

રસાયનવિદ્યા કલાઓની માતા છે.

કુતવિલંબિત છંદ.

વાવેધ વસ્તુ અને રસયોગથી, જગત થાય સુખી સુખભોગથી;
બહુકલાતણું મૂળ રહ્યું જહીં, સખળ શાસ્ત્ર રસાયન તે સહી.

રસાયન વિદ્યાનું થોડું જ્ઞાન વાંચનારને આપવાની ઇચ્છા હોતી. પરંતુ વિચાર કરતાં એમ લાગ્યું કે જાણવા જેવા પ્રયોગો રહેલાઈથી કરી બતાવીએ તેની સાથે તે પ્રયોગોમાં જોઈતા પદાર્થો બનાવવામાં કયી કયી ચીજોનો કેવો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે તે પણ સમજાવતા જવું, કારણકે તેમ થયેથી વાંચનારની મહેનત સાર્થક થાય એટલુંજ નહિ પણ એ વિદ્યા આપણા સુખના સાધનો પૂરા પાડવામાં કેટલી બધી આગળ વધેલી છે તે પણ જાણવામાં આવે. પરંતુ એમ કરવા જતાં તો આ ગ્રંથ બહુ મો'ટો થઈ જાય એમ લાગ્યું. તથા બીજી વિદ્યાઓનું રસમયવર્ણન કરવું રહી જાય તેથી આ વિદ્યાના વિષયોને બીજી પ્રભામાં વર્ણન કરવા માટે રહેવા દીધા છે. હાલ માત્ર કલાઓનો આ વિદ્યા સાથે કેવો સંબંધ છે એટલુંજ જણાવીએ છીએ.

રસાયનવિદ્યા સેંકડો હુન્નરોની માતા છે એમ કહેવામાં કશો ખાધ નથી. બીજામાં બીજાથી મો'ટામાં મો'ટા ધંધાઓમાં અને બનાવવામાં આવતા ઘણા પદાર્થોમાં તેમજ પદાર્થોને શોભાવવાના કાર્યોમાં અને સુખ મેળવવાનાં સાધનોમાં એ વિદ્યાનો ખાસ ખપ પડે છે. મીઠુબત્તી, જાતજાતની સીમીટો, વિવિધ પ્રકારના રસાયની અર્કો, જૂદી જૂદી જાતના ઘોવાના તથા સાફ કરવાના પદાર્થો, વિવિધ રંગો અને તેમાં ઉપયોગી પદાર્થો, તરેહુ તરેહુવાર કાચ, જૂદા જૂદા ઢોળ ચ'ડાવવાનાં

પદાર્થો, જાત જાતની સાદી, જૂદી જૂદી જાતના કાગળો, દીવાસળી, મુગંધી તેલો તથા પદાર્થો, જૂદી જૂદી જાતના સાબુઓ, ભાતભાતનું રંગબેરંગી દારુખાનું, વિવિધ ધાતુઓને કુદ્દ કે મિશ્ર કરવાની રીતો, વારનીસ વગેરે વગેરે અસંખ્ય વસ્તુ જનાવવાની કલાઓ આ વિદ્યામાંથી ઉત્પન્ન થયેલી છે. આ બધું જનાવવામાં મોટાં કારખાનાંઓની જો કે મદદ લેવામાં આવે છે જરી, તોપણ મૂળ વસ્તુઓના શોધો અને નવી જનાવટમાં ઉપયોગી સાધનો એ તો રસાયન વિદ્યાનાં અંગનાં જ છે. પાશ્ચાત્ય રસાયન વિદ્યાનું ખેડાણ જ તે દેશોની જાહેરાતલાલીનું કારણ છે એમ કહેવામાં કંઈ અડચણ નથી.

રસાયન વિદ્યાના અભ્યાસથી થતા લાભો.

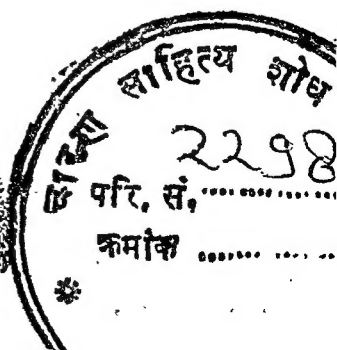
મૂલણા છંદ.

વિવિધ આ જગતની વસ્તુ શેની જની, તે બધાં મૂળ તત્ત્વો જણાવે, એક વસ્તુ થકી બહુ અને શી રીતે, ભેદ તેનો ભલેરો ભણાવે; મુખ્ય આ સૃષ્ટિમાં તત્ત્વ છે કેટલાં, ગણતરી તે તણી જે ગણાવે, છે રસાયન સદગ શાસ્ત્રમાં શ્રેષ્ઠ તે, આન્તિ ઢળવા ભણો સર્વ ભાવે. ૧

રસાયન વિદ્યાના જાળથી નવાનવા પદાર્થો શોધી કાઢવામાં આવે છે. એને તેથી મનુષ્યને મુખ મેળવવાનાં સાધનોમાં વધારો થાય છે. દાખલા તરીકે લોખંડનું પોલાદ જનાવવાની રહેલી રીત રસાયન વિદ્યાની મદદ વડે જડવાથી પોલાદ ઘણું જનનું થયું છે. વળી લેજ પ્રમાણે પાકા રંગો કરવાના કામમાં નવા નવા પદાર્થો શોધી કહાડવામાં એ વિદ્યાનો ઘણો ઉપયોગ થયો છે. એક રસાયન શાસ્ત્રી કામરમાંથી કયા કયા પદાર્થો

અની શકે છે એ શોધતો હતો એટલામાં ખાંડથી ૨૫૦ ગણો ગળ્યો એક પદાર્થ તેને જડ્યો. રસાયન વિદ્યાના અભ્યાસથી ખેતીમાં પણ ઘણો સુધારો થયો છે, અને નવી નવી રીતો કામે લગાડવાથી યૂરોપ વગેરે દેશોમાં જમીન ઘણી પૂળદૂપ કરવામાં આવી છે.

વૈદ્યક વિદ્યામાં આ વિદ્યાનો ખરેખરો ઉપયોગ થાય છે. શરીરપર શસ્ત્રક્રિયા કરવામાં આવે ત્યારે વેદના ન થાય અને પેટમાં ગયેલું ઝેર લોહી સાથે ન મળતાં બહાર નિકળી આવે એવી યુક્તિઓ પાર પાડવા માટે વૈદ્યક વિદ્યાને રસાયન વિદ્યાએ ઘણી જ મદદ કરી છે. છખી પાડવાની કલામાં આ વિદ્યાની મદદથી બહુ સુધારા થયા છે. યુદ્ધકળામાં વધારે નાશકારક અને ભયંકર હોવાથી વધારે ઉપયોગી એવા એક પછી એક નવા નવા શોધો આ વિદ્યા વડે જ થયા કરે છે. રસાયન વિદ્યાના જ્ઞાનથી જે જે લાભો થયા છે એ સઘળા વર્ણવવા બેશીએ તો પાર આવે નહિ. પરંતુ હુંકામાં એટલું તો કહ્યા વિના ચાલે એમ નથી કે આ વિદ્યાના બળથી હુન્નરો અને નવી બનાવટોને બહુ કીમતી અને અગત્યની મદદ મળી છે; અને તેથી આખી દુનિયાના સુધારાપર બહુ જબરી અસર થઈ છે અને મનુષ્ય જાતિનાં સુખ અને સામર્થ્ય (બળ)માં અત્યંત વધારો થયો છે.



આરોગ્યના ધોરણપર બંધાયેલી ધર્મવ્યવસ્થા.

ઈન્દ્રવિજય છંદ.

છે નિયમો જગના મુખકાળ મનુષ્ય સમાજ વિષે દરિયા જે,
કારણ દીન નથી કદિ એક વિચારિ જુઓ ભલિભાતથી આજે;
ધર્મ દુર્ગાં નથી મર્મ વિના કંઈ સૌ સ્થળ જ્ઞાનતણું બળ ગાળે,
નીચ નિયામકનો નિરખ્યો વિણ કારણ કાંઈ છતે નવ છાળે. ૧

દોહરો.

અંગરંગ બગડે નહીં, ને તન રહે નીરોગ;

મળ ટળવા બળ આપવા, પ્રાતઃસ્નાન પ્રયોગ. ૨

દરરોજ સંવારમાં નહાવાની જરૂર હિંદુ લોકો માને છે.
એ આચારમાં કેટલું બધું શાસ્ત્રીય સત્ય શમાયલું છે તે
નીચેના મતપરથી સમજશે. પ્રખ્યાત ડૉક્ટર હેન્રી શેવાસ
પોતાનાં ‘પત્નીઓને શીખામણ’ નામના પુસ્તકમાં લખતાં
શરીરનું આરોગ્ય સાચવવાને માટે તેમ જ મન પવિત્ર રાખવા
માટે સ્નાન કરવાની આજ્ઞા કરે છે. ‘દરરોજ સંવારમાં
નહાવાથી શારીરિક સુધારે થાય છે; સુખાકારી વધે છે એટલું જ
નહિ પણ સદ્વૃત્તિ સ્પુરે છે અને મન વધારે સ્વચ્છ તથા
પવિત્ર થાય છે. અસુઘડ માણસોનાં મન પણ મલિન હોય
છે.’ આ પ્રમાણે એનું મત છે. શરીરપર કરવામાં આવતી
ક્રિયાઓની મનપર અસર થાય છે એમ ઘણા ડૉક્ટરોનો
અભિપ્રાય છે, તથા યુરોપીય વેદ્યકર્તા પણ એજ મત છે.
આ પ્રમાણે આ આચાર શરીરની બહારની શુદ્ધિ કરી મનને
પવિત્રતા આપનારો હોવાથી, આપણે કહ્યા વિના ચાલતું
નથી કે ધાર્મિક આચારમાં હિંદુ લોકોએ એની ગણતરી કરી
છે તે કંઈ વહેમથી નહિ, પરંતુ પુખ્ત વિચારશીલ કરેલી
હોવી જોઈએ.

પક્ષીઓનું દીર્ઘાયુષ.

દાહરો.

સ્વતંત્રતા ને સદ્ગુણે, આયુષ લાંબું હોય;
રાજહંસનો દાખલો, દેખી લ્યો સઉ કોય.

૧

રાજહંસ સૌથી વધારે આયુષ ભોગવનાર પક્ષી છે. એમ કહેવાય છે કે એ ૩૦૦ વર્ષ સુધી જીવે છે. એક જર્મન સૃષ્ટિશાસ્ત્રજ્ઞ લખે છે કે ૧૬૮ વર્ષની ઉમરના રયેન (falcon) પક્ષીને એમણે જોયો છે. ગરૂડ અને ગીધ પક્ષીના સંબંધમાં દીર્ઘાયુષના નીચે પ્રમાણે દાખલા આપવામાં આવે છે. ઈ. સ. ૧૭૧૫ માં પકડાયેલું એક દરિયાઈ ગરૂડ પક્ષી જે તે સમયેજ થોડા વર્ષનું હશે, તે ઈ. સ. ૧૮૧૬ માં એટલે ૧૦૪ વર્ષ પછી મર્યું. એક પહોળા માથાવાળું પક્ષી ૧૭૦૬ માં પકડાયેલું તે ૧૮૨૪ માં વિયેનાની પાસેના શો-અનગ્રનના કિલ્લામાંની પક્ષીશાળામાં મરણ પામ્યું, એટલે કે તેણે બંધીખાનામાં પોતાની જીંદગીનાં ૧૧૮ વર્ષ ગુજાર્યાં.

પોપટ અને રેવનની જાતના કાગડા સો વર્ષ ઉપરની ઉમર સુધી પહોંચે છે. દરિયાઈ અને ભીની જગાના પક્ષીઓની જીંદગી મનુષ્ય જીંદગીથી બમણા ત્રમણા વર્ષની હોય છે. ચાતક પક્ષી, જે વરસાદની રાહ જોઈ બેસે છે એમ કહેવાય છે, તે બીજા પક્ષીઓની પેટે સ્વતંત્રતામાં ઘણાં વર્ષ જીવી શકે છે; પરંતુ બંધનમાં ૨૦ થી ૨૫ વર્ષ કરતાં વધુ જીવતું નથી. પાળેલો મરઘો ૧૫ થી ૨૦ વર્ષ અને કબૂતર ૧૦ વર્ષ જીવે છે. ખુલખુલ પક્ષી બંધનમાં દશ વર્ષ જીવે છે. પાળેલું કેનેરી પક્ષી પાંજરામાં ૧૫ વર્ષ જીવે છે; પરંતુ પોતાના બેટમાં સ્વતંત્રતાથી ઉડતાં વધારે મોટી ઉમર સુધી પહોંચે છે.

લોહચુંબક.

શિખરિણી વૃત્ત.

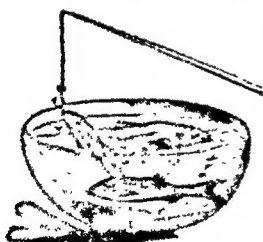
લુઓ મંસર્ગેથી, અવર પણ લેહો ચુંબક બને,
પદ્મી ખેંચી જાયે, નિજ બળવડે તે અવરને;
ગુણી કેરે સંગે, ગુણ રહિત તે ગુણ ધરિને,
ગોંઘને આકર્ષે, નિજ ગુણ બળે મુગ્ધ કરિને. ૧

એક દિવસ નવનીતલાલે પોતાનાં છોકરાંઓને યોલાવી કહ્યું ‘વાલકેશ્વરની જાત્રામાંથી મેં તમને ના’નાં રમકડાંઓની પેટી અપાવી છે તે લાવો, એવડે હું તમને વિદ્યાની કેટલીએક બાબતોનું જ્ઞાન આપીશ.’

લીલાવતી યોલી ‘પિતાજી આ તદ્દન સાદા રમકડાંમાં તે શું એવું શીખવાનું હશે કે તમે તેમાંથી અમને વિદ્યાનું જ્ઞાન આપવા ધારે છે એ હું સમજી શકતી નથી.’

નવનીતલાલે કહ્યું ‘મારી બહાલી પુત્રિ! આ રમકડાંઓ વડે જ હું તને કેટલીએક રસમય બાબતો બતાવીશ. એ રમકડાંઓ સાથે બીજી એક બેચીજ જોઈ શું. પેલો બીણો રેશમનો દોરો તારી પાસે છે તે અને ભરવાના લોખંડના સોયા પણ લાવ.’

લીલાવતી રેશમનો દોરો તથા સોયા લાવી અને



નિવ ૬૬. માછલીઓ.

એનો લાઈ રમેશ રમકડાંની પેટી લાવ્યો. નવનીતલાલે ઉઘાડી તો અંદર સુંદર રંગેલી ના’ની ના’ની માછલીઓ તથા એક દુક દુતો. પાસેનાં ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એક મો’ટા પ્યાલામાં પાણી રેડી પેલી માછલીઓને તેમાં નાખી તથા પેલો લોખંડનો દુક એક માછલીના મ્હોં આગળ પાણીની ઉપરથી ધર્યો કે તરત તે માછલી પાણી-

માંથી ઉઠી ફૂદીને હુકને વળગી પડી, વળી પેટીમાં એક ના'તું પણ સુંદર રંગેલું રાજહંસ હતું તે કા'ડી લઈ નવનીતલાલે પાણીથી ભરેલા ખીન્ન પ્યાલામાં નાખ્યું. અને પેલો લોખંડનો સળિયો તેની ચાંચ આગળ ધર્યો, પછી જેમ જેમ સળિયાને આઘો આઘો લઈ

જવા માંડ્યો તેમ તેમ પેલું રાજહંસ પણ જાણે સળિયાની પછાડી ઘેલું થઈ ગયું હોય તેમ પછાડી પછાડી ફરવા લાગ્યું. લીલાવતીએ અને રમેશે તથા



ચિત્ર ૭ મું. રાજહંસ.

બધા છોકરાંઓએ પોતાને હાથે આ પ્રયોગો કરી થોડીવાર ગમ્મત લીધા પછી નવનીતલાલે પૂછ્યું કે આ હુક અને સળિયાની તરફ માછલી અને રાજહંસ ખેંચાતા હતા તેનું કારણ તમે કોઈ કહી શકશો ?

રમેશ બોલ્યો ‘અરે હા, એ તો આ માછલીના મ્હોડામાં પોલાદનો કકડો મને લીલાવતીએ હુમણાં જ બતાવ્યો. અને રાજહંસની ચાંચમાં પણ તે જ પ્રમાણે હશે.’

નવનીતલાલે પૂછ્યું ‘તેથી શું?’

લીલાવતીએ ઉત્તર આપ્યું કે પેલા હુક અને સળિયામાં આ પોલાદના પદાર્થોને ખેંચવાનો ગુણ હોવો જોઈએ.

નવનીતલાલે કહ્યું ‘હા એમ જ છે. એ હુક અને સળિયાને લોહચુંબક કહેવામાં આવે છે. લોહચુંબકમાં લોખંડને પોતાની તરફ ખેંચવાનો ગુણ રહેલો છે. પણ જૂઓ તમારી કદપનામાં નહિ હોય એવો એક પ્રયોગ રાજહંસવડે તમને બતાવું છું.’

નવનીતલાલે પેલા સગિયાને જરાખર સીધો રાખી, એના મધ્યખિંદુને રાજહંસની ચાંચની સપાટીમાં લાવી ધીમે ધીમે તેને રાજહંસ તરફ લઈ જવા માંડ્યો; તે છેક રાજહંસની ચાંચને ઘણે પાસે આવ્યો તો પણ પહેલાની માફક તે કંઈ સગિયા તરફ જોવાતું જણાયું નહિ; પણ સ્થિરનું સ્થિર રહ્યું. છોકરાંઓ આ જોઈને જોલી ઉઠ્યા કે આ સગિયામાંથી લોહચુંખકધર્મ જતો રહેલો હોય એમ દેખાય છે. સગિયાને ઘણો પાસે લેતાં જ્યારે તેનું મધ્યખિંદુ પેલા હંસની ચાંચને અડક્યું ત્યારેજ માત્ર જહુ નરમ આકર્ષણ થતું હોય એમ લાગ્યું. પરંતુ સગિયાનો છેલો રાજહંસની ચાંચથી થોડે આગે ધર્યો કે તરતજ પહેલાંની પેઠે તે સગિયા તરફ જોવાયું. આ જોઈને છોકરાંઓ જોલ્યાં કે માત્ર સગિયાના છેડામાંજ આકર્ષણ કરવાનો શુભ છે.

રમેશ જોલ્યો ‘હું ઘણા વખતથી આ રમકડાંઓ લઈ રમતો હતો; પરંતુ સગિયાના મધ્ય ભાગમાં આકર્ષણ કરવાનો શુભ નથી, તેની તો મને ખબરજ નહોતી.’

નવનીતલાલે કહ્યું ‘જૂઠા જૂઠા ખનાવોમાં આ ખાખત તો ઘણી વખત તારી નજર આગળ અકસ્માત આવી ગઈ હશે, પરંતુ તારૂં ચિત્ત તે પ્રસંગે ખીણ ખાખતમાં લાગેલું હોવાથી તારા ધ્યાનપર એ ખાખત ઠસેલી નહિ. ત્યારે માણસનું ચિત્ત જરાખર નિરીક્ષા કરવામાં શુભાયક હોય છે ત્યારેજ તે કંઈ શોધ કરી શકે છે. વિદ્યાના શોધોના સાધનરૂપ ખાખતો ઘણી વખતે અસાવધ માણસોની નજર આગળ આવી જાય છે પણ તેથી કંઈ લાભ થતો નથી. વર્ગી ઘણી વાર કરેલો એવો એક પ્રયોગ કરૂં છું પરંતુ તેથી તને કંઈ નવુંજ જાણવાનું મળશે.

આ લોખંડના ભૂકામાં પેલા સળિયાને બોળું છું, એમ કહી નવનીતલાલે તેમ કર્યું. પછી તેને બહાર કાઢ્યો તો ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે બે છેડાપર મોટા ગુચ્છાના આકારમાં ઘણા ભૂકા ચોંટેલો જણાયો પરંતુ વચ્ચે નહિ જેવોજ હતો. આપરથી છોકરાંઓને સમજાવ્યું કે લોહચુંબકમાં આકર્ષણ શક્તિ છેડાપર વધારે બળવાન હોય છે; અને આ છેડાઓને પ્રાન્તો કહેવામાં આવે છે.



પછી એક પાતળા રેશમના દોરાથી લટકાવેલા કાગળના કકડાના ના'ના પેંગડામાં ભરવાની સોયને બરાબર મધ્યેથી મૂકી, નવનીતલાલે આડી લટકાવી, અને પછી પેલો લોહ ચુંબકનો સળિયો તેની પાસે દેખાડવાનું રમેશને કહ્યું. રમેશે એક પછી એક બન્ને છેડા સોયના દરેક નાકા આગળ ધર્યા તો જણાયું કે લોહચુંબકના દરેક પ્રાન્તો સોયના બન્ને છેડાને આકર્ષે છે. નવનીતલાલે સોયને બદલે એક સાદા લોખંડના કકડાને પેંગડામાં મૂક્યો તો તેવીજ અસર થતી જણાઈ. આથી લીલાવતીએ પૂછ્યું “પિતાજી, લોહચુંબક માત્ર લોખંડનાજ પદાર્થોને આકર્ષે છે કે બધાને આકર્ષે છે?” ‘તારી મેળેજ ખાત્રી કર’ નવનીતલાલે જવાબ આપ્યો.

લીલાવતીએ હાથીદાંતનો સોયો, તાંબાનો તાર અને કાચનો પાતળો સળિયો એ વસ્તુઓને વારાફરતી પેંગડામાં મૂકી તેમની પાસે લોહચુંબકને ધરી જોયું તો કંઈ અસર થતી જણાઈ નહિ. ત્યારે એનો ના'નો ભાઈ બોલી ઉઠ્યો કે માત્ર લોખંડ અને પોલાદનેજ ચુંબક આકર્ષે છે.

નવનીતલાલે કહ્યું ‘આટલીજ અજમાયશપરથી તમારાથી આવો નિયમ બાંધી શકાય નહિ. કારણ કે દુનિયામાં અ-

સંખ્ય ચીજો છે તેમાંની ઘણીખરીપર પ્રયોગ કરી જોયા વગર તમારાથી કેમ કહેવાય કે તેનાપર ચુંબકની અસર નહિ થાય ? દાખલા તરીકે ધાતુઓમાં કોળાલ્ટ અને નિકલ નામની ધાતુઓપર એની અસર થાય છે. વળી જો ચુંબક બરાબર શક્તિવાળું હોય તો દરેક ચીજપર અસર કર્યા વિના રહેતું નથી. એ તો ઠીક, પરંતુ સોયને લોહચુંબક બનાવવાની રીત તમને સ્પષ્ટ નહીં. આ ભરવાની સોયને ટેળલપર મૂકી તેના મધ્યભાગપર આ ચુંબકના એક પ્રાન્તને અડકાડી તેના છેડા સુધી દરમિયાન વાર ફેરવું છું. એજ પ્રમાણે બીજી બાજુપર છેડા સુધી બીજા પ્રાન્તને તેટલીવાર ફેરવું છું. હવે આ સોયજ લોહચુંબક થઈ ગઈ અને બીજી સાદી સોયને લટકાવી તેની આગળ ધરો તો ચુંબકની પેઠે તેને આકર્ષશે. વળી એને મધ્યેથી લટકાવશે તો તે આમ તેમ હાલી એક છેડા ઉત્તર દિશા તરફ અને બીજો દક્ષિણ તરફ એમ રહી સ્થિર થશે. અને જો તમે તેને આંગળીવતી હલાવી તેની દિશા બદલવાનું કરશે તો તમે છોડશે કે તરત પાછી ઉત્તર તરફ બતાવતીજ સ્થિર થશે.”

છાકરાંઓ આ પ્રયોગો જોઈ બહુ ખુશી થયા અને આશ્ચર્ય પામ્યા. તથા જેમ સોયને લોહચુંબક બનાવવામાં આવી તેમ રમેશ પોતાના ચપ્પુને કરવા બેસી ગયો અને તેવડે સ્ત્રીલપેનો અને લોખંડના ભૂકાને અદ્ધર ઉંચકવા લાગ્યો. સંવેને બીજા પ્રયોગો જોવાની અને લોહચુંબકની શક્તિ જેને ચુંબનધર્મ કહે છે તે સંબંધી જ્ઞાન મેળવવાની ઘણીજ ઉત્કંઠા થઈ. પરંતુ વખત ઘણો ગયેલો હોવાથી નવનીતલાલે કહ્યું ‘છાકરાંઓ, આજે આટલું બસ, વળી કોઈ વખતે એ સંબંધી બીજા જાણવા જેવા પ્રયોગો કરીશું ?’

વહાણવટીનું હોકાયંત્ર.

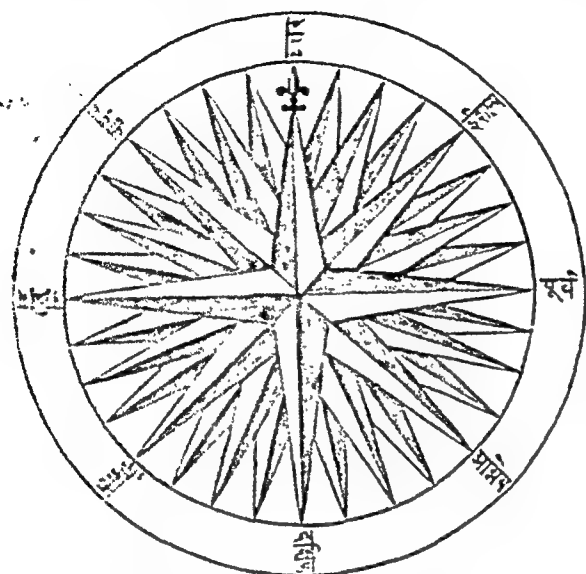
દાહરો.

હોયુંબક ગુણ જાણતાં, લાધ્યું કેવું વહાણ !
ભર દરિયે દિશ પારખી, નાવિક ખેડે વહાણ.

હોકાયંત્ર તો કદાચ તમારા જોવામાં આવ્યું હશે. એ એક ઘણીજ સહેલી બનાવટનું યંત્ર છે. અને તેના શોધથી જે મોટા લાભો થયા છે તે જો ન થયા હોત તો આ ઠેકાણે આપણે હોકાયંત્રનો વિચાર પણ કરત નહિ. એ વહાણવટીને અસાધારણ ઉપયોગનું છે. ભરદરિયે જ્યાં ચારે બાજુએ પાણીજ પાણી હોય છે ત્યાં કેણી તરફ કઈ દિશા આવી એ જાણવાને જ્યારે કશું સાધન હોતું નથી ત્યારે આ હોકાયંત્રવડે વહાણવટીઓ દિશા જાણી શકે છે.

હોકાયંત્રનો પ્રથમ શોધ કોણે અને ક્યારે કર્યો એ વાતનો નિર્ણય થઈ શક્યો નથી. ઈ. સ. ૧૩૦૨ માં ઇટાલી દેશના કેમ્પેનિયા પ્રાંતમાં એક માણસે પહેલ વહેલું હોકાયંત્ર બનાવ્યું એમ યુરોપમાં ઘણાનું માનવું છે. પરંતુ કેટલાક ગ્રંથકારોનું એવું મત છે કે માર્કોપોલો નામે વેનીસ શહેરનો રહેવાસી ઈ. સ. ૧૨૬૦ માં ચીન દેશ ગયો હતો ત્યાંથી આ યંત્ર બનાવવાની યુક્તિ લઈ આવ્યો. અને એ મતજ ખરું છે, કારણ કે ચીના લોકો પોતાની દરિયાની સફરોમાં તેમજ ટાર્ટરીના ગીચ ઘાસના અને રસ્તા વિનાના મેદાનોમાં મુસાફરી કરતી વખતે આ યંત્રની મદદ લેતા હોય એમ માનવાને પૂરતાં કારણો છે. એટલું તો ખરું કે યુરોપમાં છાપવાની કળા નિકળી તે પહેલાં (એટલે ઈ. સ. ૧૪૨૦ પહેલાં) ત્યાંના વહાણવટીઓને હોકાયંત્રની ખબર ન હતી.

હોદાયંત્ર એક નાની દાળડી જેવું હોય છે. ઉપરથી

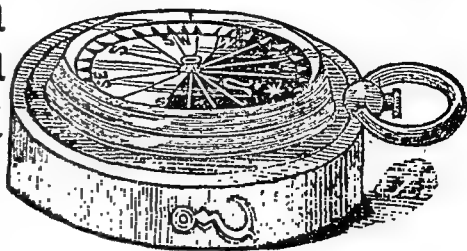


ચિત્ર ૬ મું. હોદાયંત્રનું પતું.

કાચ જડીને તે-
ના વચલા લા-
ગમાં એક ગોળ
પતું બેસાડેલું
હોય છે. પાસેનું
ચિત્ર એ ગોળ
પત્તાનું છે. પ-
તાના ચાર મુ-
ખ્ય ણિદુઓ
ઉપલી મેરથી
અનુક્રમે ઉત્તર,
પૂર્વ, દક્ષિણ અને
પશ્ચિમ એમ
ચાર દિશા દે-

ખાટે છે. તેમજ તેમની વચ્ચેના ચાર ણિદુઓ અનુક્રમે, આગ્નેય,
નૈર્ઋત વાયવ્ય અને એશાન (ઇશાન) ખૂણા દર્શાવે છે. પત્તાની
નીચલી બાજુએ દક્ષિણથી ઉત્તર તરફની રેખામાં હોદાયંત્રક
ગુણવાળી લોહાની સોય બેસાડેલી છે. પાછળ તમે જોયું છે કે
હોદાયંત્રકના ગુણવાળી સોયનો એક છેડો ઉત્તર તરફ અને બીજો
દક્ષિણ તરફ બતાવતો સ્થિર થાય છે, તે મુજબ આ સોય ઉત્તર
દક્ષિણ રહે છે. આ રીતે સોય ઉત્તર દિશા બતાવે છે તેપરથી
બીજી દિશાઓ સમજી લેવામાં આવે છે. એ સોયના મધ્ય
બાજે નાનું ખામાળું હોય છે. નીચેથી જડી લીધેલી બારીક
પોસાદની ટાંકણીની ચણીએ ખામણામાં આવે છે અને
તેપર સોય બેસાડવામાં આવે છે. ઉપર આવેલા ગોળ પત્તાનું

મધ્યિંદુ પણ આ આણીપરજ ખેસાડવામાં આવે છે, જેથી સોય તેમજ પત્તું છૂટથી ફરી શકે છે. એ બધું પિત્તળની ગોળ દાળડીમાં મૂકવામાં આવ્યું હોય છે. અને તે દાળડીને બે બાજુએ સ્ક્રૂવડે ઘડીઆળ જેવી દાળડીમાં લાગુ કરવામાં આવે છે, એવી રીતે કે પેલી અંદરની દાળડી પોતાના સ્ક્રૂપર આમતેમ હાલી શકે. આથી વહાણુ ડાલે છે તોપણ એ હોકાયંત્ર ક્ષિતિજની સમાંતર રહે છે. ઉપર આપેલા સાધારણ વપરાતા હોકાયંત્રના ચિત્રથી સહજ લક્ષમાં આવશે.



ચિત્ર ૧૦ મું. હોકાયંત્ર.

હોકાયંત્રના શોધથી અને તેના ઉપયોગથી શા શા ફાયદા થયા છે એ ખરેખર જાણવા જેવું છે. વિદ્યાના શોધથી આપણા સુખમાં અને જ્ઞાનમાં કેટલો વધારો થયો છે તેનો આ એક સરસ દાખલો છે. આ યંત્ર પ્રસિદ્ધિમાં આવ્યું ત્યારથી બહાદૂર બંદાસીઓએ પૃથ્વીપરના સમુદ્રને કિનારે આવેલા દેશો એક પછી એક શોધી કાઢ્યા. વળી એના ઉપયોગથી દૂરના દેશો વચ્ચે નિયમસર વ્યવહાર ચાલવા માંડ્યો. વહાણુમાં બેસી પરદેશ જનાર આવનાર લોકોમાં વિદ્યા તથા કલાકૌશલ્ય વધે છે અને રીતભાત તથા રાજ્યવ્યવસ્થા સુધરે છે એ નિયમ પ્રમાણે જેમ જેમ જૂઠ્ઠા જૂઠ્ઠા દેશો વચ્ચે આવજાનો સંબંધ વધ્યો તેમ તેમ તે દેશોને ઘણા લાભ થયો. ચીનાલોકો હાંશિયાર છે પણ આફ્રિકાના લોકોની પેઠે દરિયાની મુસાફરી કરતા નથી તેથી તેમનું જ્ઞાન જેટલું ને તેટલું જ રહ્યું છે, વધ્યું નથી. પણ જાપાન અને

મલાયાના લોક તરફ નજર કરે તેઓ એશિયાખંડના ખીજ લોકો કરતાં વધારે બહાદુર અને છાતીવાળા છે કારણ કે પૂર્વ તરફના બધા મહાસાગરોમાં તેઓ ફરી આવ્યા છે. યૂરોપખંડના લોકો વિદ્યા-કલામાં વધારે આગળ પડતા હોવાનું કારણ તેમની દરિયાની મુસાફરીઓ છે. હોકાયંત્રનો શોધ થયા પછી જ કોલમ્બસે અમેરિકા ખંડ શોધી કાઢ્યો, ને યૂરોપની બધી જાતના થોડા થોડા લોકો તે ખંડમાં જઈ વસ્યા અને આજે ત્યાં પોતપોતાનાં રાજ્યો સ્થાપી સુખમાં રહે છે. આ બધો હોકાયંત્રનો પ્રતાપ છે એમ કહીએ તો કંઈ ખોટું નથી!!



ઇન્દ્રિયવિજ્ઞાન.

વસંત તિલક છંદ.

પ્રાણી રૂપી અકળ યંત્રતણી પ્રવૃત્તિ,
તે ભેદ સાથ ભણુવા તણિ હોય વૃત્તિ;
(તો) ઇન્દ્રિય જ્ઞાન તણું શાસ્ત્ર વિલોકવાને,
વિજ્ઞાન લાભ લણુવા વીર સજ્જ થાને. ૧

આ જગત્માં સ્થળે સ્થળે વિવિધ પ્રકારનાં પ્રાણીઓ આપણાં જોવામાં આવે છે. વળી પૃથ્વીના એક ભાગમાં જેવાં પ્રાણીઓ નજરે પડે છે તેવાં જ પ્રાણીઓ ખીજા ભાગમાં જણાતાં નથી, પણ ત્યાં કોઈ નવા જ પ્રકારનાં અથવા તેજ જાતાનાં પણ ફેરવાળાં પ્રાણીઓ હોય છે. એમ પૃથ્વીના સર્વ સ્થળોમાં જૂદી જૂદી જાતનાં પ્રાણીઓ જેવાં કે મનુષ્ય, પશુ, પક્ષી તથા ના'ના મો'ટા જીવજંતુઓ, માછલાંઓ, પેટે ચાલનારા સાપ, ઈત્યાદિ છે. એ સર્વનું જીવન સૃષ્ટિના નિયમોથી સદા વહું જાય છે. સર્વ પ્રાણીઓમાં-જેમાં નર-માદાનું જૂદાપણું છે તેમાં-પોત પોતાની યોગ્ય વયે પુરુષને સ્ત્રી સંબંધી ઇચ્છાઓ થાય છે. તથા સ્ત્રીપુરુષ અથવા નર-માદાના સંયોગથી નવી પ્રજા ઉત્પન્ન થાય છે. એ રીતે તરત જન્મતાં પ્રાણીઓ સર્વ પ્રકારે ક્ષુદ્ર-ના'નાં, નરમ અને શક્તિહીન-જેવાં લાગે છે. પ્રથમ માતાના શરીરવડે કેટલાંએક પોષાય છે અને કેટલાંએક પોતાના ખોરાકનો આધાર પોતાનાં માતૃપિતાની મેહનતપર રાખે છે. જેમ જેમ કાળ જતો જાય છે તેમ તેમ, પ્રાણીઓ શરીરના કદમાં મો'ટાં થતાં જાય છે, તેમનામાં શક્તિઓ આવે છે, અને પોતાની જરૂરીઆતનાં કામો માટે ખીજાપર આધાર રાખતાં બંધ થાય છે. પછી

વળી યોગ્ય ઉભરે પોતે નવાં પ્રાણીઓને જન્મ આપે છે; અને ઉત્તર કાળે મૃત્યુ પામે છે. આ રીતે કંઈ કાળથી માણસ અને પશુ પક્ષી વગેરે બીજાં પ્રાણીઓનાં જીવતરનો ક્રમ આપ્યા દરે છે.

આ પ્રમાણે ક્રમ આલવામાં કયા કયા નિયમો પ્રવર્તે છે, તરત જન્મ પામેલાં શરીરોમાં કયા કયા અવયવો કેવું કેવું કામ કરતા હોય છે; અને પછી કાળ જતે તેનાં કદ, આકાર શક્તિ વગેરેમાં કેવા અને શા શા ફેરફારો થાય છે; શરીરમાંનો પ્રત્યેક પદાર્થ શાનો બનેલો છે અને તે શી શી ક્રિયા કરી શકે છે તથા તેમાં કેવી રીતે ફેરફારો થઈ શકે છે; આહાર વિહાર આદિના યોગ્ય નિયમોથી શા શા લાભ અને અયોગ્ય પ્રવૃત્તિથી શી શી હાનિ થાય છે તથા શરીરમાં પ્રત્યેક અવયવ અને ઇન્દ્રિય શું શું કામ કરે છે; વળી દરેક શરીરમાં હવા, પાણી તથા ખોરાક અને બીજી વસ્તુઓ કયે કયે રસ્તે અંદર લેવાય છે અને તેનો શરીરમાં કેવો ફેરફાર થાય છે તથા તે કેવી રીતે બદલાઈને જીવતરના આધારરૂપ થઈ પડે છે; જ્ઞાનેન્દ્રિયો કેવી છે અને સૃષ્ટિનું જ્ઞાન મગજને કેવી રીતે પહોંચાડે છે; મન અને મગજનો શો સંબંધ છે તથા મગજનું કેવું બંધારણ છે; વળી મરેલા શરીર કરતાં જીવતામાં શી વિશેષતા છે તથા નવી પ્રજાત્પત્તિ થવામાં શાં શાં કારણોની જરૂર છે; એ વગેરે નિયમોનું વર્ણન કરનારી વિદ્યાને ‘ઇન્દ્રિયવિજ્ઞાન’ એવું નામ સાધારણ રીતે અપાય છે.



દરેક માણસને ઇન્દ્રિયવિજ્ઞાન જાણવાની જરૂર.

દાહરો.

માનવકૃત યંત્રો તણો, ભેદ જાણવા ચ્હાય;
તો કુદરત કૃત શરીરની, ખૂબિ પ્રતિ ક્યમ નવ ધાય. ૧

દરેક માણસને આ વિદ્યાના નિયમો જાણવાની ખરેખરી જરૂર છે. આપણે અમુક ખાધું એ શરીરમાં કયાં ગયું, કયે ઠેકાણે જઈને પડ્યું, તેમાં અંદર ગયા પછી કેવો ફેરફાર થયો અને અંતમાં તૃપ્તિરૂપ ફળ આપણને શી રીતે મળ્યું એ વિગેરે જાણવું શું જરૂરનું નથી? મો'ટા મો'ટા સાંચાઓ-જેવાં કે કપડાં વણવાની મીલો, સુતરનાં, કાગળનાં, કાચનાં અને બીજા વિવિધ કારખાનાંઓ ચલાવનારા સાંચાઓ-કેમ ચાલે છે, કેવી રીતે પોતપોતાનું કામ કરે છે એ જાણવું તો માત્ર યાંત્રિક વિદ્યાના અભ્યાસીને કર્તવ્ય ગણાય છે; તોપણ અસંખ્ય લોકો મીલો-સાંચાઓ-કારખાનાંઓ જોવાની જાણસા રાખે છે, જોવા જાય છે અને પોતાને મળતી તક અનુસાર તેમનું વર્તન જાણવા યત્ન કરે છે. ત્યારે જે સાંચા-યંત્ર-સાથે પોતાનું એકપણું માન્યું છે, જે સાંચા સાથે સર્વ જીવોનો રાત્રદિવસ સંબંધ રહેલો છે, તે પોતાના જ શરીર-રૂપ સાંચા-યંત્ર-ની અંદરની ખૂબી જાણવા જેઓ જાણસા ન ધરાવે તેમને વિચારવાનું પુરુષ સર્વથા મૂઢ ગણે એમાં શું આશ્ચર્ય? આપણે જોઈએ છીએ કે અમુક વસ્તુ પડેલી છે, સાંભળીએ છીએ કે ફલાણો માણસ યોદ્યો અથવા વાળું વાગ્યું, ચાંબીએ છીએ કે સ્વાદ તીખો અથવા મધુર છે, સુંઘીએ છીએ કે વાસ સારી વા નહારી છે અને સ્પર્શથી જાણીએ છીએ કે પદાર્થ કયો અથવા કેવો છે; આ સઘળું ભાન કયાં થાય છે, કેવી

રીતે થાય છે, એ સમજવાને કેટલી બધી જાણસા થવી ઘટે છે. આપણે ટેવ પડી ગયાથી એ વાત મનપર લેતા નથી, બાકી પદાર્થ આવે પડેલો છે, આપણે દૂર બેઠા છીએ અને આપણા મનમાં થયું કે અમુક પદાર્થ બહાર પડેલો છે અથવા અમુક જગાએ છે એ શું નવાઈની વાત નથી? એ પદાર્થનો અને એ પદાર્થ છે એ પ્રકારના જ્ઞાનનો શો સંબંધ હશે એ જાણવામાં પણ કંઈ જોઈએ આનંદ ઉપજે એમ નથી. જો ટુંકામાં કહીએ તો શરીર અને ઇન્દ્રિયો દરેક માણસને પ્રાપ્ત છે એટલે તેના ગુણ અને ધર્મો જાણવામાં દરેક માણસનું હિત રહેલું છે. અને તેથીજ ઇન્દ્રિયવિજ્ઞાન વિદ્યા સૌથી વધારે ઉપયોગી અને દરેક માણસને જાણવી અવશ્યની છે.

મગજનું વજન અને બુદ્ધિ.

ગીતિ.

વજન વિશેષ મગજનું, સમ તે માનવ વિશેષ મતિમાન;

‘શિર મોટું સદર્શી’-એ કે’વત એ વિચાર અનુમાન. ૧

દરેક માણસના માથામાં લોચા જેવો એક પદાર્થ રહેલો છે, જેમાંથી જ્ઞાનતંતુઓનો સમૂહ નીકળીને શરીરના જૂદા જૂદા ભાગમાં પ્રસરે છે; એને મગજ કહે છે. સૃષ્ટિશાસ્ત્રજ્ઞોએ જૂદા જૂદા માણસોનાં મગજનું વજન કર્યું છે, અને તેનું સરાસરી વજન ૪૬ થી ૫૩ ઓંસ જેટલું એટલે લગભગ ત્રણ શેર સવા ત્રણ શેર જેટલું થાય છે. સ્ત્રીઓના મગજનું સરાસરી વજન પુરુષોનાં મગજનાં સરાસરી વજન કરતાં ઓછું હોય છે. અને મગજ એ બુદ્ધિનું અંગ હોવાથી સા-

માન્ય પુરુષો કરતાં સામાન્ય સ્ત્રીઓની મતિ ઓછી હોય છે એમ માનવું સકારણ છે. તપાસ કરતાં માલમ પડ્યું છે કે સ્ત્રીઓનાં મગજનું સરાસરી વજન ૪૧ થી ૪૭ ઓંસ એટલે અદીથી ત્રણ શેર જેટલું હોય છે.

મગજ એ બુદ્ધિને રહેવાનું સ્થાન (ઠેકાણું) છે અને તેથી મગજના વજનના ઓછાવત્તાપણાંપર બુદ્ધિનો આધાર રહેલો છે. જેનાં મગજનું વજન ઓછું તેની બુદ્ધિ ટુંકી સમજવી; તથા જેના મગજનું વજન વધારે તેની બુદ્ધિ વધારે સારી જાણવી. મો'ટા બુદ્ધિમાન પુરુષોના મગજનું વજન ઘણું હોય છે. અને ટુંકી બુદ્ધિના મૂર્ખોના મગજનું વજન બહુ જ ઓછું હોય છે. પ્રખ્યાત સૃષ્ટિશાસ્ત્રજ્ઞ કુવીઅરના મગજનું વજન ૬૪ ઓંસ એટલે ચાર રતલ હતું; જ્યારે એક નનામા ટુંકી બુદ્ધિના માણસનું ૩૪ ઓંસ જેટલું હતું.

મગજના વજનનું અનુમાન માથાના એટલે જોપરીના ના'ના મો'ટાપણાપરથી એકદમ કરવાનું નથી. કારણ કે મો'ટું માથું હોવા છતાં જોપરીનાં હાડકાં જડાં અને મો'ટાં હોય તો અંદરનું મગજ ના'નું હોવાનો સંભવ રહે છે. તેથી 'શીર બડા સો સત્કર્મી' એ કહેવત પૂર્ણ અંશે ખરી નથી. પરંતુ મો'ટા માથામાં મગજ મો'ટું અને વજનદાર હોવાનો સંભવ છે. એટલે વિદ્યાના સિદ્ધાન્તનો આધાર કહેવત પાડનારે ઘણે ભાગે લીધો છે એમ કહ્યા વિના ચાલતું નથી.



સ્વર (અવાજ) અને વાચા (વાણી.)

મનહર છંદ.

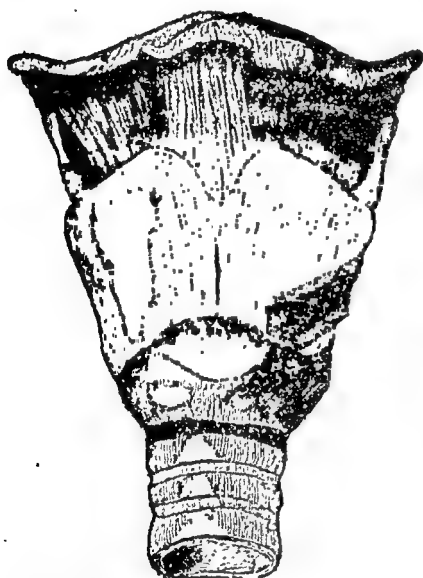
વાણીથી વિચાર એક બીજના કહી શકાય,
જ્ઞાન વારસો તો વાણીમાં મુકી જવાય છે,
સંકટો વરસ મુધી શોધી શોધી મેળવેલું,
પૂર્વજ્ઞેનું જ્ઞાન તે તો વાણીથી પમાય છે;
પશુ પક્ષી પ્રાણીઓથી માણસ વિશેષ સુખ,
દુનિયામાં લે છે તે તો વાણીથી દેખાય છે;
ધ્વિરનું જ્ઞાન પણ વાણી થકી ઉપજે છે;
વાણી વિના પ્રાણી કેવાં પામર જણાય છે. (દ. ૩૧.)

રોળા છંદ.

આજ્ઞા ઇચ્છા વાદ તણી શિર ઉપર ધારે;
મન સેવક આ વદન સોનીને ઘેર સિધારે.
વર્ણસ્થાન હથિયાર વિવિધ તે સોની કેરાં;
સાદ સુવર્ણે વર્ણો ધરેણાં થાય ધણેરાં. ૧

ના'નાં ના'નાં હવજંતુઓ શિવાય ઘણાં ખરાં પ્રાણીઓમાં
અવાજ કાઢવાની શક્તિ હોય છે. જૂદી જૂદી જાતનાં પ્રાણી-
ઓનો અવાજ જૂદો પડે છે. અને તેથી જૂદાં જૂદાં પ્રાણી-
ઓના જૂદા પરતા અવાજને જૂદી જૂદી સંજ્ઞા (નામ)
આપવામાં આવે છે; દાખલા તરીકે ગાયના અવાજને જ્યારે
જરાલું કહીએ છીએ ત્યારે ઘોડાના અવાજને ખોખારલું
કહેવામાં આવે છે. પશુ પક્ષીઓના અવાજમાં તથા માણસના
ઘાંટામાં ઘણો ફેર પડે છે. માણસમાં પણ એક બીજનો
ઘાંટો જૂદો પડે છે તે એટલે મુધી કે આખી દુનિયામાં કોઈ
જે માણસના ઘાંટા જરાજર મળતા આવતા નથી. આથી તમે
એમ ધાર્યો કે જૂદાં જૂદાં પ્રાણીઓમાં તેમજ દરેક માણસમાં

અવાજની ઉત્પત્તિ થવાનાં જે ઠેકાણાંઓ છે તેમાં ફેર હશે. પણ ના, એમ નથી. ઉલટું તેમનાં શરીરના જે અવયવોવડે સાદ કહાડવામાં આવે છે તે એકજ જાતના અને એકસરખી બનાવટના છે. એટલે કે સર્વમાં મ્હોડાની અંદરની બાબતો મૂકાયલી શ્વાસ લેવાની નળી વડેજ સર્વ પ્રાણીઓ અને મનુષ્યો બોલી શકે છે. તેમાં સ્નાયુઓ વગેરે બીજાં ઉપાંગો પણ એકસરખાં અને એક જ જાતનાં તેમ જ એક જ પદાર્થનાં બનેલાં હોય



ચિત્ર ૧૧ મું. શ્વાસનળી.

છે. ફેર હોય છે તે માત્ર એ નળીની લંબાઈ પહોળાઈમાં, તથા એ નળીમાં રહેલા સ્નાયુઓની લંબાઈ પહોળાઈમાં.

પ્રાણીઓમાં અને માણસમાં અવાજની ઉત્પત્તિ થવાના એક સરખા એટલે એક જાતના અવયવો છે એમ તમને કહું તથા તેમાં જે ફેર હોય છે તે પણ જણાવ્યો. પરંતુ એ અવયવની રચના કેવી હોય છે તેનું થોડું વર્ણન તમારી આગળ કરવું જોઈએ. આ પા-

સેની આકૃતિ તરફ નજર કરો. આપણા ગળાની આગળની બાબતો એ આંગળીવતી ડાબીએ છીએ તો હાડકાનાજેવો કંઠણ ભાગ હડપચીની નીચેથી ઠેઠ છાતિમાં જતો લાગે છે. એ ફૂંચાંની બનેલી નળી છે. પાસે આપેલું ચિત્ર એ નળીનું છે. ડોકના આગળના ભાગમાં આવેલી એ નળીને કંઠ અથવા શ્વાસનળી કહેવામાં આવે છે. ઉપરથી મ્હોડાના પાછલા ભાગ સાથે એ મળી

જાય છે, પણ નીચેથી છાતીની બળોલમાં પેસતાં એના બે નળી જેવા ભાગ પડી જઈ દરેક એકએક બાબૂના ફેપ્સામાં જાય છે. એ કંઠ અથવા શ્વાસનળીમાં તેની દિવાલોને ના'ના મો'ટા ઘણા સ્નાયુઓ લાગેલા છે, જેનો સ્વભાવ લાંબાટુંકા થવાનો હોવાથી એ નળીને લાંબી પહોળી કરે છે, એ નળીમાં જૂદા જૂદા કૂચાના બનેલા ભાગો છે તથા તેમની સાથે જોડાયેલા સ્નાયુઓ છે. તે દરેક કૂચાનાં અને સ્નાયુઓનાં જૂદાં જૂદાં નામ છે. પરંતુ તેમના ઉચ્ચાર એવા અટપટા છે કે યાદ રાખવા બહુ મુશ્કેલ પડે છે; તેથી આ ઠેકાણે તે આપવાનું યોગ્ય ધાર્યું નથી. આમ હોવાથી અવાજનો મુખ્ય આધાર જેનાપર રહેલો છે તે 'વાગ્-રજ્જુઓ' કયાં આવેલા છે તથા કેવી રીતે વર્તે છે એજ માત્ર જણાવીશું.

શ્વાસનળીની લગભગ મધ્યમાં બે બાબુપર સ્નાયુઓ જેવા દેખાતા બે આર્દ્રત્વચાના વાટાં છે. સાધારણ સ્થિતિમાં તેઓની વચ્ચે જરા જગા રહે છે. તે વખતે મધ્યમાં તે બે એકઠા થતા નથી; માત્ર આપણે ઘોલીએ છીએ કે અવાજ ડા'ડીએ છીએ ત્યારે જ તે પાસે પાસે આવે છે. આ બે વાગ્-રજ્જુઓ કહેવાય છે. આ વાગ્-રજ્જુઓ કંઠ અથવા શ્વાસ-નળીની અંદરની બાબુથી એવી રીતે ખુણીથી લગાડવામાં આવેલા છે કે એ નળીની દિવાલોને લાગેલા સ્નાયુઓનાં સંકોચ (ટુંકા થવું) અને પ્રસારણ (લાંબા થવું)થી જે કૂચાની સાથે તેઓ જોડાયેલા છે તેની સાથે ઉંચાનીચા કે આઘા પાછા ધાય છે. તેથી મજબૂત ગ્રામડાની પેઠે તેઓ કંપાયમાન થઈ શકે છે. વળી સ્થિતસ્થાપક પદાર્થના બનેલા હોવાથી ઉપર જણાવેલી અસર સાથે તેમની સ્થિતિ અને તસતસાટ જેટલાં બદલવાં હોય તેટલાં બદલી શકાય છે. આથી જ્યારે આપણે સાધારણ રીતે શ્વાસ લઈએ

છીએ કે બહાર કા'ડીએ છીએ ત્યારે આ બે વાગૂરજીઓની મધ્યમાં રહેલી જગામાંથી તે વાયુ આવજા કરે છે અને કંઈ સ્વર કે અવાજ સંભળાતો નથી; પરંતુ જ્યારે આપણે બોલીએ છીએ ત્યારે એ ક્રિયામાં વધારે હવા અંદર લઈને બહાર કા'ડવી પડે છે. એ વધારાની હવા બહાર નીકળવાને શ્વાસનળીમાં દબાણ કરે છે, જે દબાણથી આ વાગૂરજીઓ સપ્ત થાય છે અને કંપ રૂપ ગતિમાં મુકાય છે. અને જેમ બે બાજુએથી જડી લીધેલા સતાર કે કોઈ વાદ્યત્રના તારને હલાવવાથી સ્વર નીકળે છે તેમ આ વાગૂરજીઓના હલનથી અવાજ નીકળે છે. આ પ્રમાણે અવાજનો મુખ્ય આધાર આ રજીઓ છે એમ કહેવાય છે.

જેમ વાદ્યત્રના તારને હલાવવાથી જે અવાજ નીકળે છે તેના ઝીણા અથવા મો'ટાપણાનો આધાર તે યંત્રની નીચે રહેલા લાકડાની પોકળ ઘાટથી બનતી પેટીપર રહેલો છે તેમજ માણસના અવાજમાં પણ થાય છે. કંઠ અથવા શ્વાસનળી એક પેટી જેવી જ છે. પણ તે બે વચ્ચે એક મો'ટો તક્ષાવત છે. વાદ્યત્રની પેટી તો જે ઘાટ કે માપની એક વાર બની તે બની; પરંતુ આ કંઠની પેટી તો પેલા અંદરના સ્નાયુઓનાં સંકોચ અને પ્રસારણથી વખતો વખત જેવી જરૂર પડે તે મુજબ ના'ની મો'ટી અને પહોળી સાંકડી થયા'કરે છે. અને તેના જૂદા જૂદા ઘાટથવામાં તથા તેમાંથી નીકળતા અવાજનું રૂપાંતર કરવામાં, જીભ, દાંત, તાળવું અને મ્હોડાની બખોલની એને ઘણી સરસ મદદ મળી શકે છે.

આ અવયવોવડેજ માણસો જૂદી જૂદી જાતના અવાજો, સુરો, રાગો વગેરે કા'ડી શકે છે, તેમજ જૂદા જૂદા અર્થવાણા ઉચ્ચારો કરી શકે છે. મનુષ્ય પ્રાણીના જૂદા જૂદા અર્થવાણા જૂદા જૂદા અવાજોને વાચા અથવા વાણી કહેવામાં આવે છે.

પશુ-પક્ષીઓને માનસિક બળ ન હોવાથી તેમનાથી માણસના જેવા જુદા જુદા ઉચ્ચારો થઈ શકતા નથી, અને તેથી તેમને વાચના નથી એમ કહેવાય છે. માણસો પણ જેમ જેમ સુધરતા ગયા તેમ તેમ ઉચ્ચારોની અને અર્થની ગોઠવણથી ભાષાનો પાયો નખાતો ગયો. અને ક્રમથી આજ સુધીમાં ભાષા કેવી રીતે એક બીજાને સુખના અને જ્ઞાનના મુખ્ય સાધનરૂપ થઈ પડી છે અને તેના વિના માણસો કેવી પશુ-તુલ્ય સ્થિતિમાં હોત એ કહેવાની જરૂર નથી.

ધાંટી પુટવી-સ્ત્રી પુરૂષના ધાંટામાં પડતો ફેર. દાહરો.

ના'ની મો'ટી વાંસળી વાગે સ્વર બદલાય,
લમ સ્ત્રી બાગક, વૃદ્ધની, શ્વાસનળીથી થાય. ૧

છોકરાઓ ત્યારે મો'ટા થાય છે ત્યારે તેમનો ધાંટો બદલાય છે અને આપણા લોકો તેને ધાંટી પુટવી કહે છે. એ રીતે ધાંટો કેમ બદલાય છે એ જાણવાની તમને સ્વાભાવિક હિત્તાસા થતી હશે.

પાછળ સ્વર અને વાચનાના વિષયમાં આપણે જોયું છે કે ધાંટો અથવા અવાજ શ્વાસનળીમાં વાગુરજીવુઓના હાલ-વાથી નીકળે છે. ના'ના છોકરાઓની શ્વાસનળી ના'ની હોય છે, તેમ જ તેમના વાગુરજીવુઓ પણ શ્વાસ નળીના પ્રમાણમાં ના'ના હોય છે; જૈરાંઓમાં પણ તેમ જ હોય છે, અને તેથી ના'ના છોકરાઓનો ધાંટો જૈરાંના ધાંટાની પેઠે લગભગ જીલો અને મધુર હોય છે. છોકરાઓ જેમ જેમ મોટા થતા જાય છે તેમ તેમ તેમનાં વાણી સ્થાન-કંઠ તથા તેમાં રહેલા દ્રવ્યો સ્નાયુઓ વગેરે-વૃદ્ધિ પામે છે. અને જુવાની,

ખીલે છે ત્યારે કંઠ મો'ટો થાય છે, અને તેમાં રહેલા પેલા વાગૂરજીવો લાંબા થાય છે, તેથી પ્રથમના ઘાંટાથી ઘાંટો ફેર પડવા માંડે છે. મો'ટા થયેલા રજીવોને જોઈતી ગતિ આપવાને આ નવા જીવાનિયાની છાતી ટેવાયલી હોતી નથી, તેથી તેમાંથી ઓછા જોરથી બહાર નીકળતા શ્વાસવડે ધીમી ગતિમાં મૂકાયલા વાગૂરજીવોના હાલવાથી થયેલો અવાજ પેલી મો'ટી થયેલી કંઠ નળીમાં આમ તેમ અથડાય છે અને તેથી પ્રથમ તો ઘાંટો ખોખરો લાગે છે. આ ખોખરા થયેલા ઘાંટાને આપણા લોકો ઘાંટી પુટી એમ કહે છે. જ્યારે થોડે વખતે ટેવ પડે છે ત્યારે વાગૂરજીવોને પૂરતું જોર મળે છે અને ઘાંટો ગંધાય છે.

પુરુષોની કોથળીમાં રહેલા વૃષણોની પણ ઘાંટાપર અસર હોય છે એવો ડૉક્ટરોનો અભિપ્રાય છે; કારણ કે જેમણે વૃષણો મૂળથી કપાવી નાંખ્યા હોય છે એવા હિજડાઓનો ઘાંટો જેવોને તેવો રહે છે એ અનુભવસિદ્ધ વાત છે.

વળી સ્ત્રીઓનો ઘાંટો પુરુષના ઘાંટાથી વિલક્ષણ હોય છે, એ તો સૌના લક્ષમાં હશે. સ્ત્રીઓનો ઘાંટો તીણો અને તેમનો અવાજ મધુર હોય છે; પુરુષોનો મો'ટો અને સાધારણ રીતે કઠિન અથવા ઓછી મધુરતા વાળો હોય છે. ઉપર આપણે જણાવી ગયા છીએ કે વાગૂરજીવોપર અવાજનો મુખ્ય આધાર છે. તેથી સ્ત્રી પુરુષના અવાજમાં ફેર પડવાનું કારણ વાગૂરજીવોમાં જ હોવું સંભવે છે. અને તેમ જ છે. સ્ત્રીઓના કંઠની પહોળાઈ પુરુષના કંઠ કરતાં ઓછી હોય છે, અને તેથી તેમના વાચાના રજીવો પુરુષના વાચાના રજીવો કરતાં લંબાણમાં ટુંકા હોય છે. એમ જણાય છે કે સાધારણ સ્થિતિમાં પુરુષના વાગૂરજીવોથી સ્ત્રીના વાગૂરજીવો લંબાણમાં $\frac{2}{3}$ જેટલાં હોય છે. જેમ સતાર વગેરે

વાદ્યંત્રના તારને પાસેના પડદાપર ડાળી હલાવીએ છીએ તો તીણા સ્વર નીકળે છે તેમ અહિંઆ પણ પેલી અંદરથી નીકળનારી હવાવડે અપાતી ગતિથી આ ટુંકા વાગૂરજનુઓ એવી રીતે હાલે છે કે અવાજ ઝીણો નીકળે છે.

એકજ મંડળમાં ગમે તેટલા માણસો સાથે બોલે કે ગાય પણ તેમાંના દરેકના ઘાંટામાં એક પ્રકારનું જૂદાપણું જાણીતા માણસને લાગ્યા વગર રહેતું નથી. તથા જે માણસનો ઘાંટો જાણીતો હોય તે માણસ અંદર છે કે નહિ એ વગર જોયે કહી શકાય છે. ઘાંટા પરથી માણસને ઓળખવો એ તો જટિલ સાધારણ જાણત છે. દુનિયામાં કોઈ એ માણસનો ઘાંટો એક સરખો હોતો નથી. આનું કારણ શું? પાશ્ચાત્ય વિદ્વાનોના શોધો આનો સંતોષકારક ખુલાસો આપી શક્યા નથી. એ તો ખરું છે કે દરેક માણસની શ્વાસ-નળીની આકૃતિમાં ફેર પડવાથી તથા તેમાં રહેલા સ્નાયુઓ વગેરેના જળના ઓછા વત્તાપણાથી ઘાંટામાં ફેર પડવાનો સંભવ છે. પરંતુ દરેક માણસના ઘાંટામાં એકને બીજાથી જૂદો પાડી નાંખતો જે ફેર છે તે તો કોઈ અંતર્ગત વિલક્ષણતાને ક્ષીધે હોવો જોઈએ. આનું જરૂરખરું કારણ હજી જડ્યું નથી. જેમ દરેક માણસની સુખાકૃતિમાં (અહિંરામાં) ફેર પડે છે તેમજ તેના ઘાંટામાં પણ ફેર પડે છે. આ વિલક્ષણતાનું કારણ જે જડપદાર્થોનાં આ શરીરો જાન્યો છે તે જડપદાર્થમાં રહેલું ન હોય તો પછી હાલમાં જાણવામાં આવેલી વિદ્યાઓ, જેઓ જડપદાર્થથી સ્વતંત્ર કોઈ શક્તિનો વિચાર કરતી નથી, તેમની હાલની પદ્ધતિથી જડ્યું પણ અસંભવ!!!



દૂધ.

દોહરો.

ત્રણે અર્થે દુનિયા રણે, જીઓ દૂધ આધાર;	
મોજ-મજ ઔષધ અને, અમરત સમ આહાર.	૧
બહુ બાલ્યાવસ્થા વિષે, માતા નિજ પય પાય;	
બાલ્ય યુવા ને વૃદ્ધની, ગાય માય સમ થાય.	૨
ગાય આદિ જીવનતણાં, સાધનને ગર્ભો ઢોર;	
રક્ષણ કરતાં જે હઠે, તે હરામી ગુણ ચોર.	૩

આ પદાર્થની ખજાર નહિ હોય એવો કેઈ માણસ આખી પૃથ્વીપર જડવાનો નહિ. બચ્ચું જન્મ્યું કે થોડીવારમાં જે વસ્તુની તેને જરૂર પડે છે તે આ વસ્તુ છે. બચ્ચાંનાં જીવતરનો અને તેનાં વધવાનો ખરેખરો આધાર દૂધ છે. બચ્ચાંને માટે તેની નીરોગી માતાનું દૂધ સૌથી વધારે સુખાકારી ગણાય છે. બચ્ચાંને જેટલું બળ પોતાની માતા દૂધથી મળે છે એટલું બીજા કશાથી મળતું નથી. તેમ જ સ્ત્રીના દૂધમાં બીજા સ્વભાવિક અથવા કુદરતી ગુણો પણ રહેલા હોય છે, અને તેથી જેનું દૂધ બાળકના પીવામાં આવે છે તેના જેવા સ્વભાવ અને ગુણો બાળકમાં પ્રકટે છે. આ કારણથી જ બીજા હલકી જાતની સ્ત્રીઓને દાસીઓ અને ધાવ તરીકે રાખી તેમના ધાવણથી પોતાના બાળકોને ઉછેરવાના વિલાયત વગેરે દેશોની હાલની માતાઓના રીવાજને વિદ્વાન ડૉક્ટરો ધિક્કારે છે. આ દેશમાં પણ આ ચાલ ધીમે ધીમે પેસવા માંડ્યો છે પણ આપણે આશા રાખીશું કે તેથી થતા ગેરફાયદા સમજવામાં આવી તે થોડા વખતમાં નાબુદ થઈ જશે.

આપણા જોવામાં આવતા ઘણા પદાર્થો સંયોગી પદાર્થો છે, એટલે કે જો રસાયનવિદ્યાની રીતથી તેમનું પૃથક્કરણ કરવામાં આવે તો તેમાંથી એક કરતાં વધારે પદાર્થો મળી આવે છે. હ્રદય પણ એવીજ એક સંયોગી વસ્તુ છે. હ્રદયમાં નીચે જણાવેલા પદાર્થો તેમની સામે દેખાડેલા પ્રમાણમાં હોય છે એમ વિદ્વાનોએ નક્કી કર્યું છે.

	પાણી.	સાકર.	માખણનો અંશ.	દહીનો અંશ.	ક્ષાર.	એકંદર.
માનું હ્રદય.	૮૮૯	૪૪	૨૭	૩૯	૧	૧૦૦૦
ગાયનું હ્રદય.	૮૬૪	૩૮	૩૬	૫૫	૭	૧૦૦૦
ગધેડીનું હ્રદય.	૮૯૦	૫૦	૧૯	૩૬	૫	૧૦૦૦
ખરૂરીનું હ્રદય.	૮૪૫	૩૭	૫૭	૫૫	૬	૧૦૦૦

આ પ્રમાણમાં જૂદે જૂદે વખતે અને ઠેકાણે ફેર પડવાનો સંભવ છે. પરંતુ ઉપલા કોષ્ટક ઉપરથી જણાય છે કે ગધેડીનું હ્રદય ઘણુંજ ગળ્યું અને પૌષ્ટિક ગણાય છે તે ખરૂં છે કારણ કે તેમાં સાકરનો ભાગ ઘણો વધારે છે.

ગમે તેનું હોય પરંતુ જે હ્રદય પહેલું નીકળે છે તેમાં ઓછો કસ હોય છે જેમ જેમ હ્રદય દહોવાતું જાય છે તેમ તેમ વધારે કસવાળું હ્રદય નીકળે છે. હ્રદયવાળાઓને આ યાજ્ઞતની માહિતી હોય છે અને તેથી તેઓ ઘરમાં રાખવાનું હ્રદય છેલ્લું દોડે છે. વળી જેમ જેના હ્રદયમાં વધારે કસ હોય છે તેમ તેને દોડતાં પણ વધારે જોર પડે છે.

ઝીણામાં ઝીણી વસ્તુને મોટા રૂપમાં જોવા માટે સૂક્ષ્મ દર્શક યંત્રનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. તે વડે જોતાં હ્રદયમાં ઝીણા ઝીણા દાણા જણાય છે.

હ્રદય વેચનારાઓ હ્રદયમાં પાણી રેડે છે. એવું પાણીવાળું હ્રદય ખાધામાં આવવાથી શરીરને નુકશાન થાય છે. માટે એ

આખતપર ખાસ ધ્યાન આપવાની જરૂર છે. દૂધમાં કેટલું પાણી છે તે માપવાનું એક પાતળી કાચની નળી જેવું યંત્ર આવે છે. જેને ઈંગ્રેજીમાં 'લેક્ટોમિટર' કહે છે. વિલાયતમાં ઘણા ખરા લોકો એ યંત્ર પાસે રાખે છે અને દૂધવાળાઓની લુચ્ચાઈ પકડે છે. એ યંત્ર બહુ ભારે કિમ્મતનું હોતું નથી એટલે આ દેશમાં પણ લોકો રાખવા આહે તો રાખી શકે એમ છે.

દૂધમાં પાણી ભેળેલું છે કે નહિ એ તપાસવાને લોકો લોટાપર તામડીપર કે એવીજ બીજી કોઈ સુંવાળી સપાટીપર દૂધનું એક ટીપું નાંખી જુએ છે. જો પાણીવાળું હોય છે તો તે તરત સરી જાય છે, નહિ તો એકદમ સરતું નથી, પણ ચોંટી રહે છે. અંદર આંગળી બોળી જોવાથી પણ તેની સ્વાભાવિક ચિકાસ છે કે પાણીના મિશ્રણથી ઓછી થઈ ગઈ છે તે સમજી શકાય છે. વળી એક સાદા ખેલોટીંગપેપરના કકડાપર દૂધનું એક ટીપું મૂકી જોવાથી જણાશે કે તેમાં પાણી ભેળવામાં આવ્યું છે કે કેમ. જો તેમાં પાણી ભેળવામાં આવ્યું હશે તો ખેલોટીંગપેપર ઘણું ભીનું થશે અને ઘોળાસ થોડીવારમાં દેખાતી બંધ થશે તથા પાછળ ઘણીજ થોડી ચિકાસ રહેલી જણાશે. સાફ દૂધ હશે તો દૂધનાં ટીપાની ઘોળાસ ઘણા સમયસુધી એટલે લગભગ કલાક ઉપર સુધી કાયમ રહેશે અને પાછળથી પણ જેવડું ટીપું હતું તેટલી જગામાં સારી પેઠે ચિકાસ લાગશે અને ધીમેધીમે ખેલોટીંગપર ચિકાસનું નીશાન મો'ટું થતું જશે. દૂધમાં પાણી ભેળ્યું છે કે કેમ એ જાણવા માટે બીજી ઘણી શાસ્ત્રીય રીતો છે, પરંતુ આ ઠેકાણે વિસ્તાર થવાના ભયથી તેનું વર્ણન કર્યું નથી.

પાણી.

દાહરો.

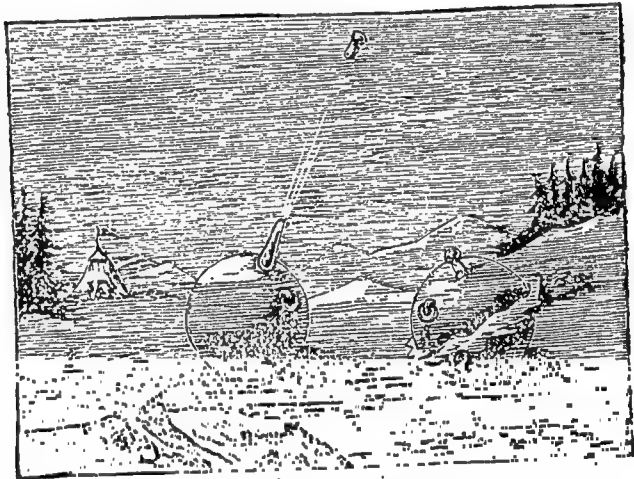
રાત દિવસ સદવાસ પણુ, સમજ્યે ગુણુ સમજાય;
અમત્કાર જળ વાયુના, બેદુથીજ કળાય. ૧

પાણી ઓકિસજન અને હાઇડ્રોજન એ એ વાયુરૂપ પદાર્થોના સંયોગથી બને છે, એમ રસાયન વિદ્યાથી સિદ્ધ થયું છે. ક્રૂવા તળાવ નદી વગેરે જળાશયોનાં પાણી શુદ્ધ એટલે કોઈ જાતના ક્ષાર વગેરે પદાર્થોના મિશ્રણ વગરના હોતા નથી. શુદ્ધ અથવા ચોખ્ખું પાણી વરસાદનું પડે છે તે અથવા તાજું પડેલું હીમ ઓગળવાથી થયેલું હોય તે છે. આ પાણી પણ કેવળ શુદ્ધ કે ચોખ્ખું તો નહિ જ કહેવાય, કારણ કે હવામાં થઈને આવતાં તે વધારે ઓકિસજન તથા ખીન્ન વાયુરૂપ પદાર્થો અંદર લેતું આવેલું હોય છે. પાણી-માંથી ક્ષારના કે માટીના રજકણો કે તેમાં રહેલા ખીન્ન વાયુરૂપ પદાર્થોને ફર કરવાને અર્ક ખેંચવાના યંત્ર જેવું એક યંત્ર હોય છે; તેમાં ભરી પાણીને તપાવવામાં આવે છે; જેથી તેની વરાળ થાય છે. એ વરાળને ઠંડી પાડી ફરીને તેનું પાણી કરવામાં આવે છે. એ રીતે બનાવેલું પાણી જ કેવળ ચોખ્ખું કહી શકાય.

ઉપજતાવડે પાણીપર એક ઘણું અમત્કારી કાર્ય થાય છે, અને તે ખાસ જાણવા જેવું હોવાથી અહીં કહીએ છીએ. ગરમીનો સામાન્ય નિયમ એવો છે કે તેનો સંબંધ થવાથી પદાર્થો ફૂલે છે અને તેઓમાંથી ગરમી જતી રહેવાથી તેઓ સંકોચાય છે. પરંતુ આ સામાન્ય નિયમ પાણીને માત્ર થોડો હાથ પડે છે, બધે લાગુ પડતો નથી. બરફ પાણીમાં નાં-

ખવાથી તરે છે, તેથી તે પાણી કરતાં હલકું હોવું જોઈએ. એ પરથી સ્પષ્ટ જણાય છે કે પાણી ઠરતી વખતે ફૂલે છે. પાણી કેટલું ફૂલે છે તે જાણવાને કરેલા પ્રયોગોથી જણાય છે કે પાણી જેટલું ફૂલે છે. પાણી ફૂલવા માંડે છે ત્યારે ખરેખરો ચમત્કારી બનાવ તો એ બને છે કે તેમાં અતિશય બળ આવે છે. પાણીનું બરફ થતાં કેવું અસાધારણ બળ આવે છે તે જોવાને વિદ્વાનોએ ઘણા પ્રયોગો કર્યા છે તેમાંના મુખ્ય બેનું વર્ણન કરીએ. લોખંડના બે મજબૂત ગોળા બનાવી તેમાં ટોચ સુધી પાણી ભર્યું અને તેને પેચવાળા બુચ દીધા પછી તેમને ઘણી જ ઠંડકમાં મૂક્યા. જેવું અંદરના

પાણીનું ઠરી-
ને બરફ થયું
કે ફડાક દઈ-
ને પેલા મ-
જબૂત ગોળા
પણ પાસેના
ચિત્રમાં બ-
તાંવ્યા મુજ-
બ ફાટી ગયા.



જોઈલના-
મે વિદ્વાને ત્ર-
ણુ ઇંચ વ્યા-

ચિત્ર ૧૨ મું. બરફમાં મૂકેલા લોખંડના ગોળા.

સની પિત્તળની નળીમાં પાણી ભરી તેના મ્હોપર ઢીલો દાટો (બૂચ) બેસાડ્યો, અને તે દાટાપર ૭૪ રતલનું વજન મૂક્યું. તોપણ પાણી જેવું ઠરી ગયું. તેમાં એટલું તો બળ આવ્યું કે દાટો ઉછળીને બહાર પડ્યો. ઇંગ્લંડ વગેરે દેશોમાં અ-

તિશય ટાકને લીધે નળોમાં પાણી ઠરી જાય છે અને નળો ફાટી જાય છે તેનું કારણ આ જ બળ છે.

પાણી કહે છે ત્યારે કૂલે છે તેનું કારણ એવું કહેવાય છે કે તે વેળા તેના રજકણોની નવી ચમત્કારી રચના થવા માંડે છે; અને તે રચનાને લીધે તે વધારે જગા રોકે છે. ખરું જોતાં ખરડ એ બંધાઈ ગયેલું પાણી છે, અને તે ઠરવા માંડે છે તે વારે તેના રજકણોની હાર એક એક પર આડી બેસવા માંડે છે તેથી પાણીને પ્રવાહી સ્થિતિના કરતાં આ સ્થિતિમાં વધારે જગા જોઈએ છે. પાણીની ગરમી ઓછી થવાથી તેનું કદ વધે છે તેમાં ધન્વરી હેતુ રહેલો છે. જો એમ ન થતું હોત તો સૃષ્ટિની હાલની રચના બગડી ગઈ હોત અને આપણને હમણાં જે સુખ મળે છે તેમાંનાં ઘણાં સુખ મળત નહિ. કદાચિત્ પ્રાણીઓના જીવ પણ જોખમમાં આવી પડ્યા હોત. જો પાણી ઠંડુ થતા કૂલવાને બદલે સંકોચાતું હોત તો શિયાળામાં ઠંડા દેશોમાંની સઘળી નદીઓ અને તળાવોના પૃથ્થું પાણી ઠરી જઈ ખરડના થર બાજત અને એ થર નીચલા પાણી કરતા ભારે થવાથી તળીએ બેસત અને તરત ધીજા થર બાજી તેના પર બેસત. એ પ્રમાણે એક પછી એક થર બંધાઈ છેવટે બધી નદીઓ અને તળાવો ઉપરથી નીચે સૂકી ઠરી જઈ કંઠણ ખરડના એવા ખડકો બની રહેત કે આખા ઉનાળામાં પણ તેઓ ઓગળત નહિ. પાણી પ્રવાહી હોવાથી માણસને જે સુખ મળે છે ને સુખમતા પડે છે તેનો નાશ થાત, અને પૃથ્વી પર જે શોભા જોવામાં આવે છે તે જતી રહી જ્યાં ત્યાં ખરડ દેખાત. સઘળા ઠંડા દેશોમાં તો એવી સ્થિતિ થાત એમાં સંદેહ નથી. પરંતુ વિશ્વનિયામક પરમેશ્વરે ઘણાક પ્રવાહી પદાર્થોથી

પાણી માટે નિરાળો નિયમ રાખ્યાથી ખરફ પ્રવાહી પાણી પર તરી તેને ઢાંકી દે છે, તેથી હેઠલા પાણીને ઠંડી ન લાગવાથી તે તેવી જ પ્રવાહી સ્થિતિમાં રહે છે; અને એમ થવાથી ઉપર વર્ણવેલું સંકટ દૂર થાય છે. આ પ્રમાણે સામાન્ય નિયમને આવો અપવાદ ઠરાવી મહાબુદ્ધિમાન પરમેશ્વરે કેટલું બધું આતુર્ય દર્શાવ્યું છે? અને પ્રાણીઓને સુખી કરવાને આટલી બધી કાળજી બતાવી છે તે જોઈને આપણને ઘણું આશ્ચર્ય લાગે છે એટલું જ નહિ, પણ આપણને કેટલા આભારી કીધા છે તે પણ સમજાય છે!

પાણીના નળ.

સવૈયા જાતિ.

હોય સંકડામણ કે છૂટ ન સર્જેન ટેક તજે પળમાં;
સરખી સ્થિતિ જળવિરે' નિશદિન ન્યૂનાધિકતા કરિ બળમાં.
વિવેક વાતાવરણદબાણે એક સપાટીના તળમાં;
જળ સમ સરખી ઉંચાઈ રાખે ના'ના કે મો'ટા નળમાં. ૧

મુંબઈમાં અને જીલ્લાઓના પણ મુખ્ય મુખ્ય શહેરોમાં જેવાં કે અમદાવાદ વડોદરા સુરત વગેરેમાં-પીવાતું પાણી ખૂંટ પાડવા સાફ નળ લાવવામાં આવેલા છે. અને પાંચ દસ અથવા પચાસ સાઠ માઈલ જેટલે છેટેથી સ્વચ્છ પાણી લાવવામાં આવે છે. પ્રજાની સુખાકારી તથા આરોગ્યના વધારા માટે સ્વચ્છ પાણી અને સ્વચ્છ હવાની ઘણી જરૂર છે. અને તેથી જેમ અને તેમ વધારે સ્વચ્છ પાણી શોધવાને આટલે દૂર સુધી જવું પડે છે. મુંબઈમાં જ્યારે નળ નહતા ત્યારે લોકોને કૂવાઓમાંથી પાણી લેવું પડતું હતું; અને ઘણા

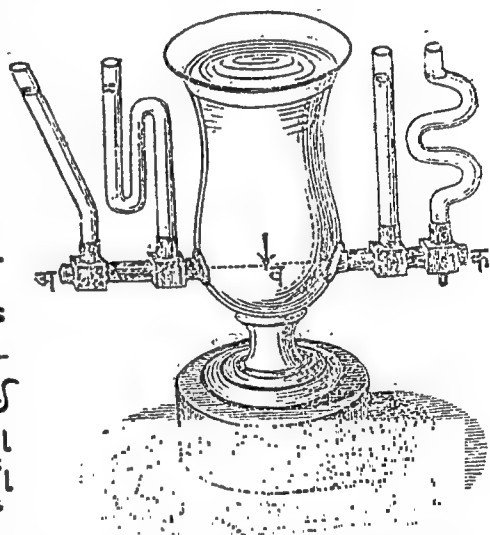
કૂવાઓ ખારા નીકળતા એટલે પાણીની ઘણી તંગાસ પડે એ દેખીતું છે. એવી તંગીના વખતમાં જેઓ એ શંકેરમાં રહ્યા હોય તેમના અનુભવનું વર્ણન સાંભળનારની ખાત્રી થયા વિના રહેશે નહિ કે આ સમયે મ્યુનિસિપાલિટીની દીર્ઘદૃષ્ટિથી તેઓ અત્યંત લાજ્યશાળી થયા છે. પરંતુ પાંચ દસ માઈલ કે અર્ધા માઈલથી પણ પાણી ઘેર ખેઠાં ચાલ્યું આવે-આવશે-એવું કોઈના ધારવામાં કે માનવામાં પણ હતું?! આપણા ઘરનાં જ એક લાગથી ખીન્ન લાગમાં પાણી ઉંચકીને લઈ જઈએ તો જાય તો પછી આટલે દૂરથી પાણી એની મેળે આવી શકે એ કોણ માને? હાલ એ પ્રમાણે થાય છે એટલે આપણને તેમાં આશ્ચર્યનું લાન થતું નથી. પરંતુ તેથી એ શોધ કરનારાઓને જે ધન્યવાદ ઘટે છે તે કંઈ ઓછો થતો નથી. કારણ કે કોઈ પણ નવો શોધ થયા પછી અને તેનો લાંબા વખતસુધી ઉપયોગ કરવામાં આવ્યા પછી, અથવા તેનો કાર્યકારણ સંબંધ ખરાબર સમજાયા પછી, તેમાં રહેલી ચમત્કૃતિ માટેની જાણસા નિર્મૂળ થઈ જાય છે કે તેનો ભરમ ભાંગી જાય છે; અને જાણે તે તો વિશ્વનો અનાદિકાળથી જાણવામાં આવેલો નિયમ હોય એમ આપણને લાગે છે, એ મનુષ્ય સ્વભાવની વિચિત્રતા છે.

યુરોપ અમેરિકા વગેરે સર્વ દેશોમાં જ્યાં ગામેગામે નજ જેવાં લોકોપયોગી સાધનો રાખવામાં આવે છે અને જ્યાં પ્રાથમિક કેળવણીમાંજ વિદ્યાના વિષયો શિખવવામાં આવે છે, ત્યાં તો સર્વ સમજે છે કે આટલે દૂરથી પાણી આવવામાં અને આ પ્રકારે ઉંચે ચઢવામાં શા કારણો-શા નિયમો-રહેલા છે. પરંતુ આ દેશમાં વિદ્યાનો પ્રચાર બહુ ઓછો હોવાથી સાણસોને વિદ્યાનાં સામાન્ય તત્ત્વોનું પણ અજ્ઞાન

હોય છે. તેમને આ સંવાદનું સમાધાન મેળવવાની ઇચ્છા થાય એ સ્વાભાવિક છે. તેથી અત્રે ટુંકાણુમાં જ એ શંકાનું સમાધાન કરીએ; અને તેમ કરવામાં જે અવશ્યતા નિયમો છે તે પણ જણાવીએ.

પહેલું તો એ લક્ષમાં રાખવાનું છે કે પાણી કોઈ પણ વાસણમાં ભરવામાં આવે છે અથવા તો જમીન પર ઢાળવામાં આવે છે તો અથવા નીચેથી એક બીજા સાથે સંબંધવાળા બે ત્રણ બુદ્ધા બુદ્ધા આકારના પાત્રોમાં રેડવામાં આવે છે તો તે સર્વમાં પાણીની સપાટી સમતલ (level) હોય છે; અને ગમે તે રીતે તેમ થતું અટકાવવામાં આવે છે તોપણ અટકાવ દૂર થતાંની સાથેજ તે પાછું સમતલ (સમપૃષ્ઠ) જ રહેવા યત્ન કરે છે.

પાસે આપેલા ચિત્રપ્રતી તરત સમજાશે કે એમજ છે. વળી જેમને ખાતરી કરવી હોય તેમણે એક ટીનની અથવા લાકડાની નાની પેટી લઈ તેના ઉપર બે ત્રણ કાણુ પાડી તેમાં બુદ્ધા બુદ્ધા આકારની કાચની નળીઓ ઘાસવી; અને પેટીમાંથી પાણી નિકળી નીચે તેમ કરવું. (ઢાંકણું બૂદ્ધ ન રખાવતાં ચારે બાજુથી સજ્જડ પેટી રાખવી વધારે સુગમ પડશે અને જો તેમ કર્યું હોય તો



ચિત્ર ૧૩ મું. બૂદ્ધા બૂદ્ધા ઘાટની નળીઓમાં સમપૃષ્ઠ રહેલું પાણી.

જો તેમ કર્યું હોય તો

હાંકણાની અને પેટીની ફાટપર લાપી ચોંટાડવાથી પાણી નિકળતું બંધ થશે.) પછી ગમે તે નળીમાંથી પાણી રેડશે તોપણ બધી નળીમાં પાણીની ઉંચાઈ એક સરખી જ રહેશે.

હવે આ નિયમ નળની ચોજનામાં કેવી રીતે વપરાયો છે તે સમજાવીએ. પર્વતની ઉંચાઈમાં કે એવી કોઈ ઉંચી જગાએ તળાવ બાંધવામાં આવે છે, અથવા તો ઉંડા કૂવામાંથી એન્જીનની મદદથી ઉંચે બાંધેલી ટાંકીઓમાં પાણી ચડાવવામાં આવે છે. એ તળાવ અથવા ટાંકીમાંથી મો'ટા મો'ટા નળો મૂકવામાં આવે છે. તે મો'ટા નળને પછી ના'ના, પછી તેથી ના'ના, એમ નળો, એક પછી એક જોડવામાં આવે છે. તે છેક આપણા ઘર પાસે આવતાં ના'નામાં ના'ની નળી થાય છે, જે ઘરની અંદર ગોઠવવામાં આવે છે. આપણે ઉપર જણાવી ગયા છીએ કે પાણી જેમ અને તેમ સમપૃષ્ઠ થવા યત્ન કરે છે. એ નિયમે તળાવમાંથી કે ટાંકીમાંથી નિકળીને મો'ટા ના'ના ભૂંગળાઓ વાટે થઈ આવનારું પાણી તળાવ અથવા ટાંકીની સપાટીની ઉંચાઈ જેટલે ઉંચે સુધી જવા યત્ન કરે એ દેખીતું છે. તળાવનું સ્થળ હમેશાં ઊંચાણમાં જ પસંદ કરવામાં આવે છે, તેમ ટાંકીઓ ઊંચે બાંધવામાં આવે છે તેનું કારણ હવે તમારા લક્ષમાં આવ્યું હશે. જો એ તળાવ કે ટાંકી ઉંચી જગાપર ન હોય તો પાણી ઘરમાં ઉંચે ચડે નહિ. જે પ્રમાણે ઉપલા પ્રયોગમાં બધી નળીઓમાં પાણી સરખી ઊંચાઈએ રહેતું હતું, તે પ્રમાણે આ મો'ટા પ્રયોગમાં, એક બીજા સાથે ભૂંગળાઓ વડે સંબંધ રાખનાર તળાવમાં અને ઘરમાં મૂકેલી નળીમાં પણ પાણી સરખી ઊંચાઈએ રહેવું જોઈએ એ અનુમાનથી પાણીના નળની ગોઠવણ કરવામાં આવી છે.

આપણે કહી ગયા કે પાણી જેમ અને તેમ પોતાની સપાટી સમતલ રાખવા યત્ન કરે છે, અને તે નિયમથી જ તળાવમાંથી ભૂંગળાવાટે નળમાં આવનારું પાણી તળાવ જેટલી ઉંચાઈ સુધી ચઢવા યત્ન કરે એ સ્વાભાવિક છે. પરંતુ ‘યત્ન કરે છે’ એમ કહેવામાં શો હેતુ છે? આપણે એમ કેમ નથી કહેતા કે તેટલી ઉંચાઈએ ચઢે છે જ? કારણ કે નિયમ પ્રમાણે તો તેમ થવું જ જોઈએ. આવો વિચાર તમારા મનમાં તરજ ઉઠશે અને વળી કોઈ તો આગળ વધીને એમ પણ સવાલ પૂછશે કે સંવારમાં તો હુમારે બીજે ત્રીજે માળે પાણી ચઢતું નથી ત્યારે તમારો નિયમ ક્યાં ગયો?

આ શંકાનું સમાધાન આપતાં પહેલાં એક બાબત જણાવવી યોગ્ય લાગે છે, જે લક્ષમાં રાખવા જેવી છે. તે એ કે, સૃષ્ટિમાંનાં સ્વાભાવિક કાર્યો અથવા તો માણસોવડે થતી ક્રિયાઓ કે બનેલા કૃત્રિમ પદાર્થો હમેશાં એક જ નિયમનાં કાર્યો હોય છે એમ સમજવું નહિ. દાખલા તરીકે, ચાક જેવી એક સામાન્ય વસ્તુની રચનામાં જૂદા જૂદા એટલા નિયમોનો અમલ થાય છે કે તે બધાનું યથાર્થ જ્ઞાન મેળવવાને એક બે તો શું પણ પાંચ છ વિદ્યાઓના નિયમો જાણવા પડે છે; ટુંકામાં, સૃષ્ટિમાંની ઘણી ચીજો અને ઘણા બનાવો એક જ નિયમના અમલથી ઉત્પન્ન થયેલા હોતાં નથી, પરંતુ તેમની ઉત્પત્તિમાં અનેક નિયમોનો અમલ કારણરૂપ હોય છે. તેમાં વળી જ્યારે એક બીજાને અનુકૂળ, એક જાતિનાં એટલે એક પ્રકારનાં જ કૂળને ઉપજાવનારા નિયમો એકઠા થાય છે ત્યારે તો જે પદાર્થ અથવા બનાવ બને છે તેમાં તે સર્વ નિયમોનું કૂળ એકઠું થઈ એક બીજાને મદદ કરે છે, જેથી બધા નિયમોનું યથાર્થ વહન થયેલું જણાય છે. પરંતુ

તેમાં જ્યારે વિરોધી, પ્રતિકૂળ એટલે એક નિયમથી બીજા નિયમનું કૂળ તદ્દન જૂઠું જ હોય એવા નિયમો એકત્ર થાય છે ત્યારે તે બધા નિયમોનું કૂળ એક બીજાને તોડતાં બાકી જે રહે તેટલું જ આપણને જણાય છે, તેથી અમુક નિયમનું કૂળ ઓછું થયેલું લાગે છે. માટે જ્યારે સ્થાપિત નિયમથી કૂળ ઓછું જણાય અથવા તદ્દન ન જણાય ત્યારે તે નિયમ ખોટો છે એમ ધારતાં પહેલાં જોવું કે બીજા કોઈ થોડા અથવા ઘણા બળવાળા વિરોધી નિયમોનો આ કામમાં અમલ થયો છે કે કેમ?

આ જ કારણથી આપણે ઉપર જે નિયમ કહ્યો છે તેમાં કંઈ બાધ આવતો નથી. ત્યારે જે બીજા નિયમોને લીધે પાણી પૂરેપૂરી ઉગ્રાઈ સુધી ચડવા રૂપ પૂર્ણ થતું અટકે છે તેને તપાસીએ. પ્રથમ તો જે ભૂંગળા અને નળીઓની અંદર થઈને પાણી આવે છે તેમની દીવાલોના અને પાણીના સંબંધથી ઘર્ષણ શરૂ થાય છે. એક સપાટી પરથી બીજી ચીજને લઈ જતાં પેલી સપાટી એક ભૂતનો પ્રતિયત્ન કરે છે; આ પ્રકારના પાણીને નડતા સામા જોરને ઘર્ષણ એવું નામ આપેલું છે. ગાડીઓને રસ્તાપર ખેંચતા ઘોડાઓને રસ્તામાંથી ઉત્પન્ન થતાં ઘર્ષણનું બળ નડે છે. જેથી ગાડીઓને ખેંચવા માટે ઘોડાઓને તે ઘર્ષણનાં બળ કરતાં વધારે બળ વાપરવું પડે છે. એ તો સ્પષ્ટ છે કે વધારે બળ હોય તે થોડા બળને જિતે. જેમ રસ્તો ખડખડો અથવા ઓછો સપાટ હોય તેમ ઘર્ષણનું બળ વધારે અને ટ્રામવેવાળાંઓ તથા આગગાડી-વાળાઓ પાટા નાંખે છે તે ઘર્ષણનું બળ ઓછું કરવા સારું જ. એમ કરવાથી ઘોડાઓનું અથવા વરાળનું જોર ઘર્ષણના બળને તોડવામાં વાપરવું પડતું નથી અને વધારે ભાર ઝડપથી

ખેંચી શકાય છે. આ પ્રમાણે ભૂંગળામાંના પાણીને આગળ વહેતાં ઘર્ષણને જિતવામાં થોડું બળ વાપરવું પડે છે, જેથી એની ઉંચે ચઢવાની શક્તિ ઓછી થાય છે.

વળી ખીલે એક વિરોધી નિયમ પાણીની શક્તિને ઓછી કરે છે. આપણે કોઈ પણ ચીજ ઉંચે ઉછાળીએ છીએ ત્યારે આપણને થોડું ભેર કરવું પડે છે. તે શા માટે? ચારે બાજુએ આવેલી હવામાંથી તે ચીજનો માર્ગ કરવા માટે. સઘળી દેખાતી ખાલી જગા હવાથી ભરેલી છે. પૃથ્વીની સપાટીથી ૪૫ માઇલ જેટલે ઉંચે સૂધી હવા છે. એ હવાને પણ વજન છે, અને તેથી પોતાના વજનના પ્રમાણમાં હવા દબાણ કરે એ સ્વાભાવિક છે. માણસની ઠઠમાંથી માર્ગ કરવાને કોઈને આમ, કોઈને તેમ, એમ ખસેડવામાં બળ વાપરવું પડે છે; તેમ હવાને આમ તેમ ખસેડી પોતાનો માર્ગ કરી લેવા માટે ચીજને, ઉછાળનાર માણસે, બળ આપવું પડે એ ઉઘાડું છે. તેમજ જે ચીજને વજન હોય છે તેને પૃથ્વી પોતાની તરફ આકર્ષે છે. તેથી જ્યારે કોઈ પણ પદાર્થને ઉંચે ઉછાળવો હોય ત્યારે એ આકર્ષણ શક્તિને જિતાય એટલું બળ વાપરવું પડે છે. વિચાર કરતાં જણાશે કે અત્ર કહેલી બંને પ્રકારની અડચણ પાણીને જમીનમાં રહેલાં ભૂંગળામાંથી ઘરની નળીમાં ઉંચે ચઢતા નડે છે. ત્યાં પ્રથમ સર્વત્ર રહેલી હવા તો નળીમાં પણ હોય છેજ એટલે તે હવાના દબાણ સામું પાણીને બળ વાપરવું પડે છે તથા પૃથ્વીના આકર્ષણનો નિયમ તો કોઈ પણ ઠેકાણે હવામાં-પાણીમાં-કે ખાલી જગામાં છોડતો નથી એટલે તે શક્તિના સામું પણ પાણીને બળ વાપરવું પડે છે.

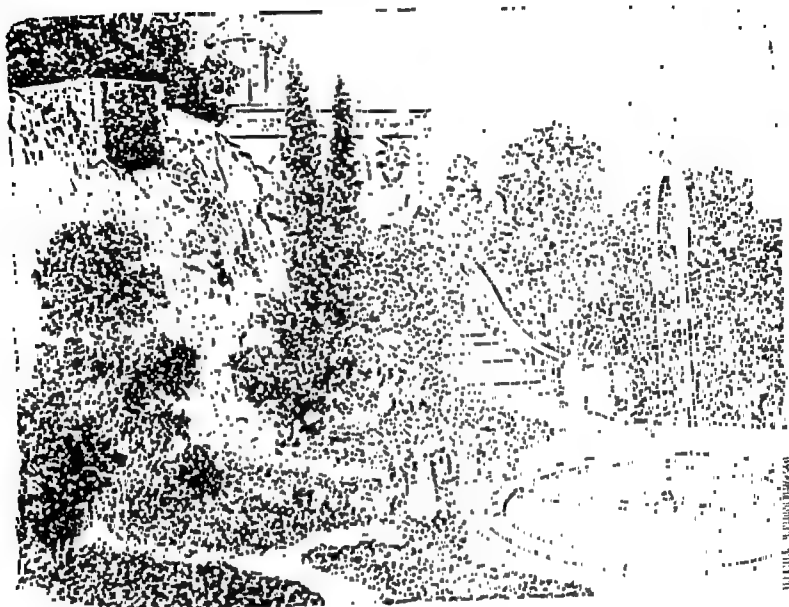
આ પ્રમાણે ઘર્ષણ, હવાનું દબાણ અને આકર્ષણની શક્તિ.

એમ ત્રણની સામે થવામાં પાણીને બળ વાપરવું પડે છે; તેથી મૂળની પોતાની ઉંચે ચઢવાની શક્તિ ક્ષીણ (ઓછી) થતી જાય છે. કારણ કે પાણીમાં કંઈ ચેતન ક્રિયા નથી કે જેમ જેમ જોઈએ તેમ પોતાનું બળ વધારતું જાય; એ તો પોતાનું બળ-અમુક ઉંચાઈ સુધી ચઢવાનું-લઈને નીકળ્યું હોય તેમાંથી જ ખરચે, એટલે અંતે તે બળ ન્યૂન (ઓછું) થાય. હવે તમને સમજાયું હશે કે પાણી તળાવની કે ટાંકીની ઉંચાઈ જેટલે ઉંચેસુધી કેમ ચઢતું નથી.

અમુક વખતે પાણી ચાર માળસુધી ચઢે અને અમુક વખતે ન ચઢે એનું કારણ તો સામાન્ય દૃષ્ટિથી પણ જણાય એમ છે. સવારના ખેડારમાં નીચલા માળવાળા બધા જ નળ કામમાં લેવામાં આવે તેથી પાણી નીચલેજ માળે કાઢી લેવામાં આવે ત્યારે પછી તે ઉંચે શાનું ચઢે? નીચલા નળો ઉઘાડી આપણે પાણીનો રસ્તો બદલી નાંખીએ છીએ. પછી પાણીને ઉંચે ચઢવાપણું રહેતું નથી. કારણ કે તે વખતે ઉઘાડેલા નળસુધી જ નળીની ઉંચાઈ છે એમ આપણે સમજવું જોઈએ. તેમાં પણ જ્યારે પાણીનો વેગ મજબૂત હોય છે ત્યારે થોડું પાણી નીચલા નળ વાટે બહાર નિકળતાં છતાં ખીજું થોડું ઉંચે ચઢે છે. પરંતુ તેને આધાર પાણીના વેગ પર છે.

બાગોમાં અને જાહેર જગાઓમાં મોટા મોટા ખુશનુમા પુષ્પારાઓ હોય છે, તેમાંથી પાણી ઘણું ઉંચે ઉછળતું જણાય છે. એવા મોટા પુષ્પારાથી ઘણે દૂર સુધી ઠંડક પ્રસરે છે અને તેથી બાગમાં લોકો હવા ખાવા જાય છે ત્યારે એવા ઠંડક આપનારા પુષ્પારા પાસે ખેસી ઘણી વાર વિશ્રાંતિ લે છે. એવા પુષ્પારામાંથી પાણી ઉંચે કેવી રીતે ઉડી શકે છે તે તો તમે હવે તરત સમજી શકશો. આ પાસેનું ચિત્ર

એક સારા બગિચાની અંદર આવેલા એવાજ સુંદર પુઆરાનું છે. જે જોઈને તમને જરૂર આનંદ થયા વિના રહેશે નહિ. વળી એ ચિત્રમાં પાણી ઉંચી ટાંકીમાંથી કેવી રીતે અને કયે રસ્તે નીચે આવે છે તે પણ જણાય છે. આપરથી તમારા



ચિત્ર ૧૪ મું પુઆરો.

ધ્યાનમાં આવ્યું હશે કે જ્યાં આવા પુઆરા હોય છે ત્યાં આપણે ઉપર જણાવી ગયા છીએ તે નિયમનો ઉપયોગ કરી કોઈ ઉંચા સ્થળપર ટાંકી ગોઠવામાં આવે છે અને તેમાંથી નળ મૂકી તેને પુઆરાની નીચે છોડવામાં આવે છે.



જૂદી જૂદી જાતના દીવાઓ.

દાહરો.

વર્તિ રનેહવશ ક્રોધિ પણ કરે સદા શુભકામ;
 *વર્તિ †રનેહવશ દીપ થઇ, અગ્નિ સુહાવે ધામ. ૧
 ઉડતી વસ્તુ ધંત્ર પડિ, અને મનુષ્યની દાસ;
 પ્રજાળીને પંડે જુઓ, પ્રકાશ દેછે ગ્યાસ. ૨
 વિજળી પણ વાળંદની પેઠ કરે છે દીપ;
 સહ વસ્તુના શિર ઉપર, હુન્નરતણી છે દીપ. ૩

મનુષ્ય પ્રાણીને ઉપયોગી સાહિત્યમાં ઉજ્જુતા (ગરમી અને પ્રકાશ (અજવાળું) એ બે મુખ્ય છે. માણસો જ્યારે દેવળ જંગલી સ્થિતિમાં હતા ત્યારથી આરંભીને એ બેનો ઉપયોગ કરતા આવ્યા છે; અને તે વખતે સૂર્યથી મળતી ગરમી અને અજવાળાથી તેમને સંતોષ માનવો પડતો હતો. પરંતુ જેમ જેમ માણસોના વિચાર ખુલતા ગયા અને તેઓ વિદ્યાનું જ્ઞાન મેળવતા ગયા તેમ તેમ એ બે વસ્તુઓ મેળવવાની સુગમ યુક્તિઓ તેમના હાથમાં ધીમે ધીમે આવતી ગઈ અને આજે આપણે ચાલુ સ્થિતિએ પહોંચ્યા છીએ.

પ્રકાશ અથવા અજવાળું મેળવવાની જેને યુક્તિઓ વ્યવહારમાં ચાલુ છે તે દરેક વિષે થોડું થોડું બોલીએ.

મીણખત્તી-ઘણીખરી જનાવરોની ચરખીમાંથી બનાવવામાં આવે છે. પહેલાં ચરખીને તપાવી સો શેર ચરખીએ ચાંદ શેર ચૂનો નાંખવામાં આવે છે. અને પછી તેમાં પાણી રેડવામાં આવે છે. આમ કરવાથી ચૂનાના અને ચરખીમાંના એક પ્રકારના એસિડનો સંયોગ થાય છે, તેમાંથી એક પદાર્થ બને છે; ચરખીમાંનું તેલ પાણીમાં મળી જાય છે,

અને તેને બહાર કાઢી નાંખવામાં આવે છે. પેલા પદાર્થમાં સલ્ફ્યુરિક એસિડ નાંખી તેને જરા તાપની આંચ દેવામાં આવે છે. આમ કરવાથી ચૂનાની સાથે પેલો પદાર્થ મળી જાય છે, અને તેમાંથી એક પદાર્થ બાકી રહે છે, જેની મીણુબત્તી બનાવવામાં આવે છે. આ પદાર્થમાં બે પ્રકારનાં એસિડ રહેલાં હોય છે, જે મીણુબત્તી બળે છે ત્યારે પ્રકાશ આપવામાં મુખ્ય સાધનભૂત થાય છે. ચરબીની બનાવવામાં આવે છે તેજ પ્રમાણે કોપરેલની પણ મીણુબત્તીઓ બનાવવામાં આવે છે. જાતજાતની સુગંધીદાર મીણુબત્તીઓ પણ બને છે.

ગ્યાસ-કોલસામાંથી કાઢવામાં આવે છે. આગગાડી આગબોટ, મીલો વગેરેમાં જે વિલાયતી કોલસો વપરાય છે તે જાતના કોલસામાંથી ગ્યાસ બનાવવામાં આવે છે. એ કોલસાને બનિજ કોલસો કહેવામાં આવે છે; કારણ કે તે ખાણમાંથી નીકળે છે. ઇંગ્લન્ડમાં આવા કોલસાની ઘણી ખાણો છે. હિંદુસ્તાનમાં પણ રાણીગંજ વગેરે સ્થળે એવી ખાણો જડી છે. ખાણમાંથી આ કોલસાને પત્થરની માપક ખોદીને કાઢવામાં આવે છે. માટી, રેતી, અને પત્થરના પડોની નીચે આ કોલસાની ખાણો હોય છે. એ ખાણોમાં થોડા થરો હોય છે, પાછા નીચે માટી, રેતી, વગેરેના થરો આવે છે, અને તેની નીચેથી પાછા કોલસા નીકળે છે.

ગ્યાસના દિવા કરવા હોય છે ત્યાં ઘણું કરીને આ બનિજ કોલસોજ વાપરવામાં આવે છે. બાકી લાકડામાંથી કે બીજી જાતના કોલસામાંથી પણ ગ્યાસ બનાવી શકાય છે. એક નળીનું *એક તરફનું મો'ડું બંધ કરી તેમાં એ કોલસાના

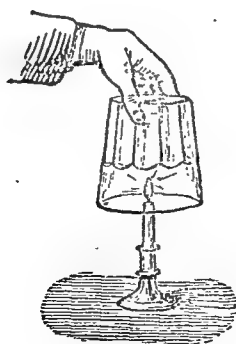
* કુંભારો માટીની તમાકુ પીવાની વિલાયતી ઘાટની ચલમ બનાવે છે તે અથવા સાધારણ માટીનો હુકકો પણ ચાલશે.

એચાર કકડા નાંખી તેને જરા દેવતાની આંચ દેશેા તેા ઉઘાડા નાકા તરફ ધૂમાડો નીકળવા માંડશે. એનેજ ગ્યાસ કહેવામાં આવે છે. એ ગ્યાસની પાસે દીવો ધરશેા તેા તરત તે સળગશે. ચૂનાના પાણીમાંથી આ ગ્યાસને કાડવામાં આવ્યા પછી જો સળગાવવામાં આવે છે તેા બહુ સ્વચ્છ અજવાળું આપે છે. મુંબઈમાં શહેરના ફાનસોમાં આવા ગ્યાસના દીવા ધાય છે. ગ્યાસ કંપની ઉપર પ્રમાણે ગ્યાસ બનાવી નળીઓ વાટે છોડે છે. ઘણે ખરે ઠેકાણે ગ્યાસના દીવા માટે આ પ્રમાણેજ ગ્યાસ તૈયાર કરવો પડે છે. પરંતુ અમેરિકામાં અને રૂશિયાના દક્ષિણ ભાગમાં પૃથ્વીની અંદરથી આવો ગ્યાસ તૈયાર નીકળે છે. એવે ઠેકાણે એક બાકોડ પાડી તેમાં નળી ઉતારી, નળીવાટે ગ્યાસ બહાર કા'ડી જ્યાં લઈ જવો હોય ત્યાં લઈ જવામાં આવે છે. અમેરિકાના પીટ્સબર્ગ પાસે ગ્યાસના આવા બહુ ઝરણો છે. અને તેમાંથીજ ગ્યાસ કા'ડી આખા શહેરમાં તેને વહેંચી તેનાજ દીવા કરવામાં આવે છે.

પેટ્રોલિયમ-એક જાતનું તેલ છે. આપણાં લોકો ઘાસ-લેટ અથવા ગ્યાસલેટ કહે છે તે આમાંથી જ નીકળે છે. પેટ્રોલિયમ પણ પૃથ્વીમાંથી નીકળે છે. ઘણે ઠેકાણે આ પેટ્રોલિયમના ફૂવાઓ અને ઉપર કહેલા ગ્યાસના ઝરણો પાસે આવેલા હોય છે. ઉત્તર અમેરિકા અને રૂશિયાના દક્ષિણ ભાગમાં આ તેલ બહુ જથાળંથ નીકળે છે. ઘણી વખતે તેા એની ધાર એટલા જોરથી પુટે છે કે જે ચંત્રથી ખોદતા હોય છે તે બધુંએ ઉડીને ક્યાંનું ક્યાં જઈ પડે છે. પૃથ્વીમાંથી તરત નીકળેલું પેટ્રોલિયમ કચરાવાળું અને પીળાશ પડતું હોય છે. તેને શુદ્ધ કરવાને મો'ટા મો'ટા ત્રીસ ચાળીસ હજાર ગેલન માય એવડા હાંડાઓમાં ઘાલી થોડી ગરમી આપવામાં આવે

છે. જેમ જેમ ગરમ થતું જાય છે તેમ તેમ વરાળના રૂપમાં જૂદાજૂદા પદાર્થો અંદરથી નીકળી જાય છે. આ તેલનો ખપ દિવસે દિવસે બહુ વધતો જાય છે. હિંદુસ્તાનમાં રાવળપિંડી પાસે આ તેલના કૂવાઓ જડ્યા છે એમ કહેવામાં આવે છે

વિજળી-ના દીવા તો લાગ્યેજ બધાના જોવામાં આવ્યા હશે. મુંબઈમાં કૉર્કેડ માર્કેટમાં હુમેશાં વિજળીના દીવા કરવામાં આવે છે. વિજળીના દીવાનું અજવાળું બહુજ લપકદાર હોવા છતાં સૌમ્ય અને ઠંડું ચાંદની જેવું લાગે છે. ખીલકુલ હવા કા'ડી લીધેલો કાચનો ના'નો કે મો'ટો ગોળો એ વિજળીના દીવાનું ફાનસ છે. તેમાં એક કોલસાની ચીપ બેસાડેલી હોય છે. તથા તેની બે બાજુપર બે તાર હોય છે, જેમાં વિજળી આવેથી પેલા કોલસાની ચીપ ચકચકતી થાય છે અને અજવાળું આપે છે. વીજળીના દીવા એટલા તો ઝીણા બની શકે છે કે તેમને બટનની ઠેકાણે ઘાલી શકાય છે, અને તેમના તારમાં વીજળીનો પ્રવાહ એક ના'ની ગજવામાં રહી શકે એવી 'બેટરીથી' અપાય છે.



વાતાવરણનું દબાણ.

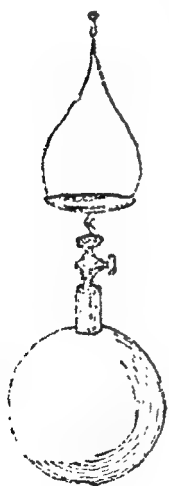
સવૈયો.

શિરે ઉતારી થાળી વાળી છાણતણો લાડું ધરિ વહેમ;
પછિ વાડકોમાં અંગારા લખ રોગીને કરવાને ક્ષેમ; ૧
ઉંઘી પાડે થાળી અંદર વાડકિ ઉપર પાણી છાણ-
રેડે તવ વાડકિ ચોંટાડે વાતાવરણ તાણુંજ દબાણ. ૨

સોરઠો.

તે સમજ્યાવિણ મર્મ, ભોગા અચરજમાં પડે;
સમજ્યે ભાગે ભર્મ, વાતાવરણ દબાણ છે. ૩

સાધારણ રીતે જાણીતો વાયુરુપ પદાર્થ હવા છે. એ હવાને
આપણે બીજા પદાર્થોની પેઠે નીચે પડીજતી દેખતા નથી.



ચિત્ર ૧૫ મું.
કાચનો ગોળો.

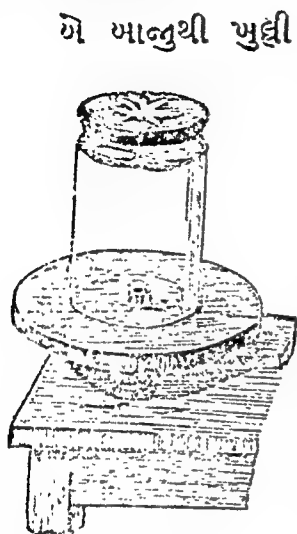
ત્યારે સર્વ પદાર્થોને ગુરુત્વાકર્ષણનું બળ નીચે
ખેંચે છે એ શું ખોટું કે? ના, તેમ નથી.
હવા અને બીજા વાયુરુપ પદાર્થોપર ગુરુત્વા-
કર્ષણના બળની અસર આપણે જોઈ શકતા
નથી તેનું કારણ તેમનું પૂર્ણ પ્રવાહીપણું
અને વિસ્તાર પામવાની શક્તિ છે. ઘન અને
પ્રવાહી પદાર્થોની પેઠે તેમને પણ વજન
છે એમ સાબીત કરીશું ત્યારે તમારી ખાત્રી
થશે કે ગુરુત્વાકર્ષણનું બળ હવાપર પણ
ચાલુજ છે.

હવાને વજન છે એ વાતની ખાત્રી કરવી
હોય તો પાસેની આકૃતિમાં બતાવવામાં
આવ્યો છે એવો ત્રણશેર ચારશેર માય
એવડો એક કાચનો ગોળો, જેનું મોઢું
બંધ કરવાનો પિત્તળનો નળવાળો બુચ હોય છે તે લો. વાયુ

કા'ડી નાંખનારા વાયુશોષક યંત્રપર તેને મૂકે અને માંહેથી હવા શોષી લઈ નળવાળો ખુચ ખંધ કરીને તેને આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એક નાબુક તાજવાની નીચે લટકાવે. આ પ્રમાણે જોખી તેનું વજન નોંધી લે. પછી પેલો નળ ખુલ્લો મૂકી હવાને માંહે પેસવા દઈ તેનું ફરી વજન કરો. હવે હવાનો ભાર વધવાથી એ તાજવું નીચે બેસવા માંડે છે. જેટલું વધારે વજન થાય છે તે આ ગોળામાં રહેલી હવાનું સમજવું. આ પ્રમાણે ખીજ વાયુરુપ પદાર્થોનું પણ વજન શોધી કા'ડવામાં આવ્યું છે. વાતાવરણના સામાન્ય દબાણ આગળ ૧૦૦ ઘન ઈંચ હવાનું વજન ૩૧ ગ્રેન થાય છે; પરંતુ તેટલાજ હાઈડ્રોજનનું વજન ૨.૧૪ ગ્રેન થાય છે.

આ પ્રમાણે વજનવાળી હવા નીચે રહેલા પદાર્થોપર તથા નીચેની હવાપર, દબાણ કરે એ સ્વાભાવિક છે. આ દબાણને વાતાવરણનું દબાણ કહે છે, કારણ કે પૃથ્વીને બધી તરફ વીંટાયેલી હવાના સમૂહને 'વાતાવરણ' એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે. આ વાતાવરણનું દબાણ જેમ જેમ ઉંચે જઈએ છીએ તેમ તેમ ઓછું થતું જાય છે. કારણ કે જો આપણે વાતાવરણને હવાના એકસરખા આડા થરથી બનેલું ધારીએ તો તરત લક્ષમાં આવે છે કે પૃથ્વીની પાસેના એટલે સૌથી નીચલા થરોપર વાતાવરણના ઉપરના ભાગનું વજન ઘણું હોવું જોઈએ અને તેથી ત્યાંની હવા જડી હોવી જોઈએ; તથા જેમ જેમ ઉંચા થરો લઈએ તેમ તેમ તેઓ ઓછા ને ઓછા દબાયલા અને તેથી ઓછા ને ઓછા ઘટ હોવા જોઈએ. આનું એમ પણ વર્ણન થઈ શકે કે જેમ ઉંચે જઈએ છીએ તેમ હવા પાતળી થતી જાય છે. આમ છે તેથી હવાનું સામાન્ય વજન કા'ડવામાં આવે છે તે દરિયાની સપાટી પાસેનુંજ

કા'ડવામાં આવે છે. આ વાતાવરણનું દબાણ કેવું સખત છે તે નીચેના પ્રયોગપરથી સમજાશે.



ચિત્ર ૧૬ મું. કાચની
બરણીપર પ્રયોગ.

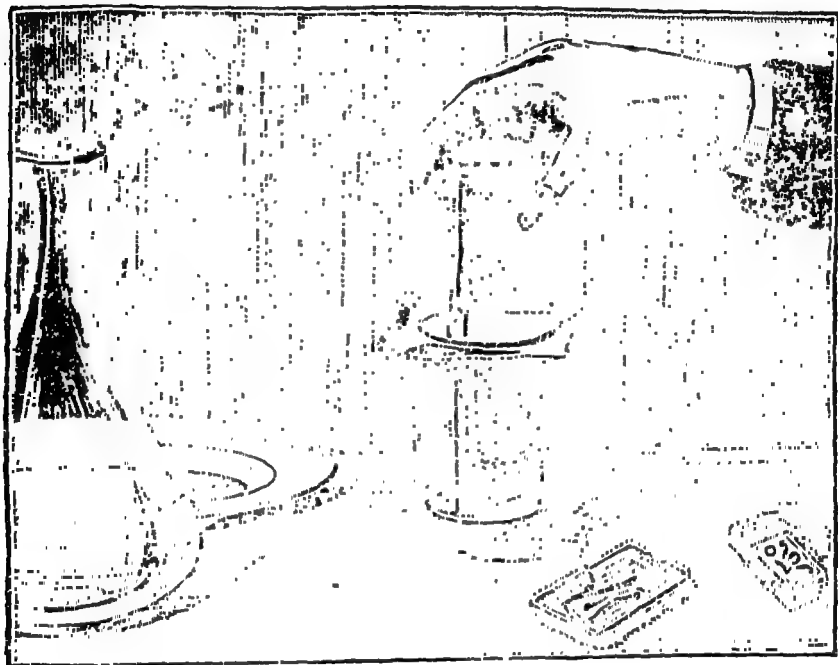
જે બાબુથી ખુદી પાંચ ઈંચ ઉંચી કાચની બરણીના મહોંપર એક રબરનો કકડો એવી રીતે બાંધો કે બાબુથી જરાપણ હવા પેસવા પામે નહી, અને બીજી તરફના મહોંને વાયુશોષક યંત્રપર મૂકો. પ્રથમ તો ઉપરની હવા રબરને નીચે દાબે છે પણ બરણીમાં રહેલી હવા રબરને ઉપર તરફ દાબે છે એટલે બન્ને દબાણ એકબીજાથી હણાઈ જાય છે ને કંઈ અસર જણાતી નથી. પરંતુ હવે અંદરની હવાને યંત્રવડે શોષી લો. જેમ જેમ અંદર હવા ઓછી થતી જશે તેમ તેમ બહારની

હવાના દબાણની અસર રબરપર થતી દેખાશે. ધીમે ધીમે એ દબાણ એટલું તો વધશે કે રબરને ખૂબ દાબી નાંખશે; અને આખરે જ્યારે અંદરની હવા તદ્દન શોષાઈ જશે ત્યારે બહારની હવાનું દબાણ રબરને મો'ટા ધડાકાસાથે ફાડી નાંખશે.

આપણો હેતુ જેમ બને તેમ એવા પ્રયોગો બતાવવાનો છે કે કોઈ પણ માણસ પોતાની મેળે કોઈની મદદવિના કે મો'ટા ઉપકરણોની સહાયતા વિના કરી શકે. ઉપરના પ્રયોગમાં વાયુશોષકયંત્રની જરૂર પડતી હોવાથી બીજા એવા પ્રયોગ વર્ણવીએ કે જે સામાન્ય વસ્તુઓથી બની શકે.

જે સરખા કદના એકજ જાતના પ્યાલા લો. તેઓ એકબીજાપર બરાબર બેસતા છે એટલું ચોક્કસ જૂઓ. તેમાંના

એક ખ્યાલાને ટેબલપર મૂકી તેમાં મીણબત્તીના એક કકડાને સળગાવીને મૂકો. તથા તેના મહોપર પાણીમાં પલાળેલો એક બડા કાગળનો કકડો મૂકો. અને એ ખ્યાલાપર ચિત્રમાં છે તેમ બીજા ખ્યાલાને ગોઠવો. હવે ઉપરના ખ્યાલાને ઉઠાવવાનો ચત્ન કરશો તો બે ખ્યાલાઓ એકબીજાને સંજ્ઞડ



ચિત્ર ૧૭ મું હવાનું દબાણ તપાસવાનો સામાન્ય પ્રયોગ.

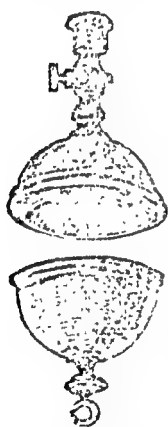
ચોંટી ગયેલા લાગશે. મીણબત્તી અંદર હોલવાઈ ગઈ હશે. પરંતુ તેના બળવાથી પેલા નીચેના ખ્યાલામાંની હવા પાતળી થઈ ગઈ છે; અને બહારની હવાના દબાણથી તથા ઉપરના ખ્યાલાની અંદરની હવાના દબાણથી ખ્યાલાઓ એક બીજાને સંજ્ઞડ ચોંટી ગયા છે ઉપરના ખ્યાલાને આલીને ઉંચો કરશો તો નીચેનો પણ તેની જોડે ઉંચકાઈ આવશે.

હવા ચારે બાજુએ દબાણ કરે છે.

દાહરો.

દે છે સઘળી તરફથી, વાતાવરણ દબાણ;
તેના ખેલ જૂઓ કરી, સત્વર થવા સુખાણ. ૧

આપણે પાછળ જોયું છે કે વાતાવરણ કેવું દબાણ કરે છે. હવે બતાવવામાં આવનાર પ્રયોગપરથી જણાશે કે આ હવાનું દબાણ બધી બાજુએ કાર્ય કરે છે. આ પ્રયોગ પ્રખ્યાત ગેલિલીઓના શિષ્ય ઓટોવોન ગ્વારીક નામના વિદ્વાને શોધી કાઢ્યો છે. એ પ્રયોગ આ પ્રમાણે થઈ શકે છે; એક બીજાપર બરોળર ખેસે એવા ચાર સાડાચાર ઈંચ વ્યાસના

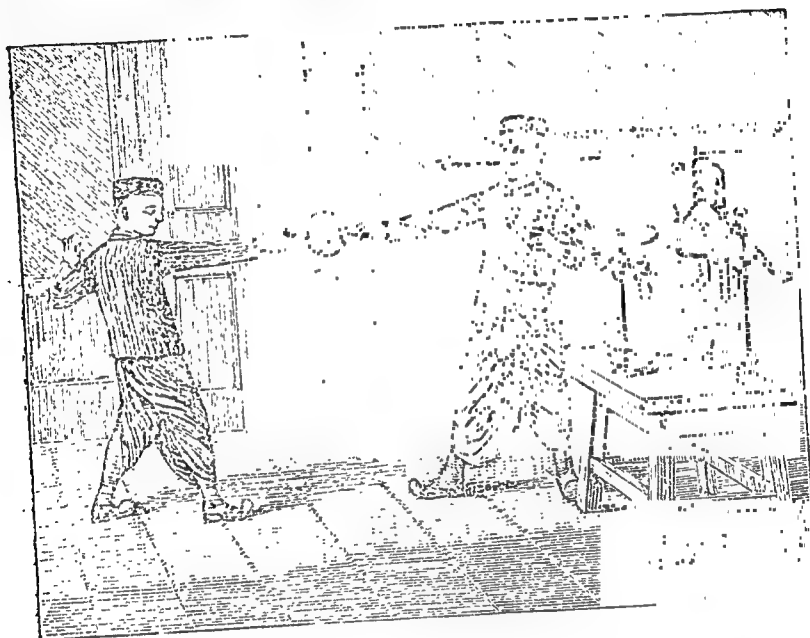


ચિત્ર ૧૮ સું.
અર્ધગોળો.

પોલા પિત્તળના અર્ધગોળ લઈ, તેને એકઠા કરી તેની ડોરપર લાપી લગાડવામાં આવે છે કે જેથી હવાને અંદર પેસવાનો રસ્તો રહે નહિ. પાસેના ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે. તેમાંનો એક અર્ધગોળ જે નળવાળો હોય છે તેને એ નળ ખુલ્લો કરી વાયુશોષક-ચંત્રપર મૂકવામાં આવે છે. જ્યાં સુધી આ અર્ધગોળાઓની અંદર હવા છે ત્યાં સુધી તેમને સહેલાઈથી જૂદા કરી શકાય છે. પણ જ્યાં અંદરની હવા વાયુશોષકચંત્રવડે શોષી લીધી કે પછી ખાસ જોર કર્યા વગર તેમને છૂટા પાડી શકતા નથી. તેમાંનો વાયુ શોષાઈ

રહ્યા પછી વાયુશોષકચંત્રથી એ જે અર્ધગોળાઓને છૂટા પાડતા પહેલાં પેલો નળ બંધ કરી દેવો જોઈએ જેથી બીજી નવી હવા અંદર તે રસ્તેથી પેસે નહિ. આ પ્રમાણે અંદર

હુવા વિનાનાં એ બે એકઠા રહેલા અર્ધગોળાને ગમે તે સ્થિતિમાં રાખવામાં આવે છે તોપણ તેમને એકદમ છૂટા પાડી શકાતા નથી. આથી એમ ઠરે છે કે હુવા બધી બાજુએ દબાણ કરે છે. આપણે આગળ નોંધશું કે વાતાવરણ દર ચોરસ ઇંચ પર ૧૫ સ્તલ જેટલું દબાણ કરે છે. તેથી જો ઉપરના



ચિત્ર ૧૯ મું. અર્ધગોળોને છૂટા પાડવાની ક્રિયા.

પ્રયોગમાં ગોળાનું ક્ષેત્રફળ દસ ચોરસ ઇંચ જેટલું ધારીએ તો વાતાવરણનું દબાણ લગભગ ૧૫૦ સ્તલ જેટલું હોવું નોંધએ. અને તેથી તેમને છૂટા પાડવાને આપણે એટલું બળ વાપરવું નોંધએ.

આ ઉપકરણને 'મેગડેબર્ગ હિમ્સફીઅર્સ' કહે છે. એ શોધી કાઢનાર ઓટોવોનગ્વારીકે ૨ ફીટ વ્યાસના અર્ધ ગોળો બનાવ્યા હતા; જ્યારે તેમને એક બીજા સાથે લગાડી

વીંટાયલી છે અને તેથી તેમના પર પોતાના વજનના પ્રમાણમાં દબાણ કરે એ સ્વાભાવિક છે. પાછળ આપણે જોયું છે કે આ હવાનું દબાણ ચારે બાજુએ હોય છે. અને તેથી હવાનું ઉચે તરફનું દબાણ કાગળ અને પાણીને પડતાં અટકાવે છે. જો કે પાણી સાથે સરખાવતાં હવા ઘણો હલકો પદાર્થ છે તો પણ તે ઘણું દબાણ કરે છે કારણ કે વાતાવરણ ઘણી ઉંચાઈવાળું છે.

જો ખ્યાલામાં પાણીને બદલે હવા ભરશો તો ખ્યાલાને ઉંધે મ્હોડે પકડવાથી કાગળ નીચે પડી જશે; કારણ કે ખ્યાલાની અંદરની હવા બહારની હવાના જેટલું જ દબાણ કરે છે, અને તેથી એ બે સામસામા દબાણોની કાગળ પર કંઈ અસર ન થવાથી, કાગળ પોતાના વજનને લીધે નીચે પડે છે. આથી તમને સમજાયું હશે કે પાણીથી ભરેલા ખ્યાલામાંનું પાણી, ખ્યાલું ઉંધું કર્યા પછી, ન ઢાળાવામાં કાગળનો કકડો કંઈ કારણ નથી પણ બહારની હવાનું દબાણ કારણ છે. કોઈ પૂછશે કે જ્યારે એમ છે ત્યારે આપણે ઉપરના પ્રયોગમાં ખ્યાલાના મ્હોડા પર જો કાગળનો કકડો ન ઢાંક્યો હોય તો પણ જરાએ પાણી બહાર નીકળ્યા વગર શું આપણે ખ્યાલાને ઉંધો પકડી શકીશું? હા, તેમ થાય, પણ વ્યવહારમાં પાણીથી ભરેલા ખ્યાલાને એટલી બધી સપાટ અથવા સ્થિર રીતે પકડી શકવું મુશ્કેલ છે કે જેથી હવા અને પાણીનાં દબાણો દરેક બિંદુએ એકજ રીતે પોતાનાં કાર્ય કરી શકે. કોઈ ઠેકાણેથી ખ્યાલું લગાર પણ વાંકું રહી જાય તો એક જગા પરના દબાણમાં બીજી જગાના દબાણથી ફેર પડે, અને એક જગાથી હવા ઉપર તરફ એટલે ખ્યાલામાં પોતાનો રસ્તો કરે એટલે બીજી જગાથી પાણી બહાર વહેવા માંડે. આથી કાગળ ઢાંક્યા વગર એ પ્રમાણે કરી શકાતું નથી.

સિક્કાને લાકડાપર એમને એમ ચોંટાડવાની રીત.

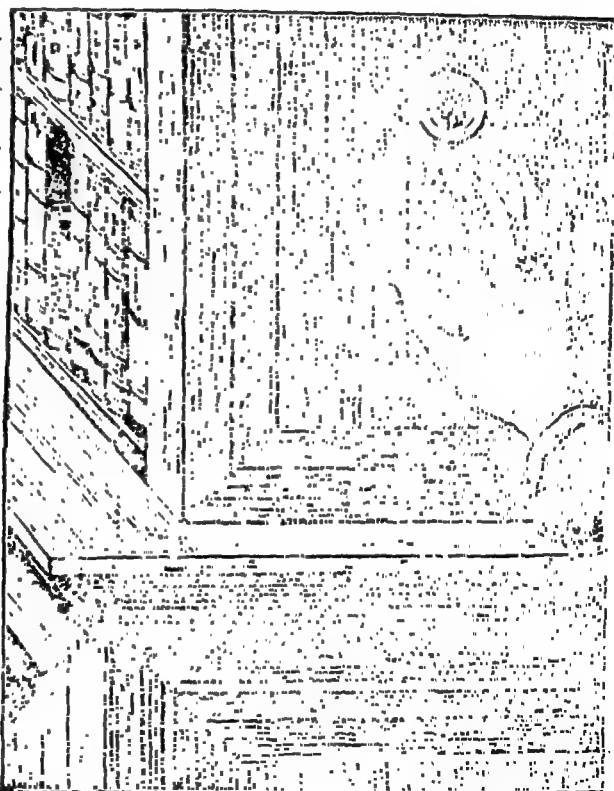
ઉદ્યોગ છંદ.

અંતરનો પવન કરો અલ્પ, આણો યત્ન ગરમો અનલ્પ;

તો જડનેય વળગે દામ, ઉઘમિ ક્યમ ન લે ધન ધામ? ૧

હુવાના દબાણના સંબંધમાં વળી એક બીજો નવાઈ જેવો પ્રયોગ આપણે કરીએ. એક પૈસો કે પાઈ કે કોઈ પણ સિક્કો લઈ તેને

જરા સુંવાળા લાકડાના બુક કે સપર કે સારા લાકડાની બાર-સાખપર જરા ભાર દઈને દાળો અને થોડી સેકંડ સૂંધી તે સિક્કાને આમ તેમ ઘસો, અને પછી તેને દાળીને આંગળી લઈલો.



સિક્કો લાકડાને ચોંટેલો રહે છે. આતું કારણ એ છે કે ઘસવાથી તમે લાકડા

ચિત્ર ૨૧ મું. લાકડાપર ચોંટેલો સિક્કો.

અને સિક્કા વચ્ચેની હુવાને કા'ડી નાંખી છે, અને એમ થયું

એટલે પછી માત્ર બહારની હવાનું દબાણ જ સિક્કાપર રહ્યું કે જેના ભેરથી તે દબાઈ રહે છે. અથવા જો હવા સેહેજ-સાજ છે; રહી ગઈ હોય છે તો તે ઘસાયાથી ઉની થઈ પાતળી થઈ જાય છે; અને તેથી સાધારણ હવા જેટલું દબાણ કરી શકતી નથી. આમ થવાથી બહારની હવાના વધારે દબાણથી સીંકો ચોંટી રહે છે.



હવાનું દબાણ કેટલું છે?

દાહરો.

કરી શકે જે જે કળા, તે કોથી ન કળાય;
હવા જેવી વસ્તુતણું, દબાણ માર્પો શકાય. ૧

હવા ચારે બાજુએ દબાણ કરે છે એમ આપણે જાણ્યું પરંતુ એ દબાણનું ભેર કેટલું હશે એ હજી જાણવાનું બાકી છે. હવાનાં દબાણનું ભેર કેટલું છે તે શોધી કાઢવાને ટોરી-સેલી નામના વિદ્વાને જે પ્રયોગ કર્યો હતો તેનું હુંકામાં વર્ણન કરીએ.

એક વાર (ત્રણફીટ) લાંબી અને અંદરથી પા ઈંચ વ્યાસની એકજ બાજુથી ઉઘાડી એક નળી લઈને તેને પારાથી પૂરેપૂરી ભરી તેના મ્હોંપર અંગુઠો ઢાંકયો; પછી એ નળીને ઉંધી વાળી પારાથી ભરેલા એક પતેલામાં ઘોંચી. જેવી નળીને બરાબર સીધી તેમાં ઝાલી કે તે નળીમાંના પારો થોડો નીચે ઉતરી ગયો; અને થોડીવાર આમ તેમ ઉંચો

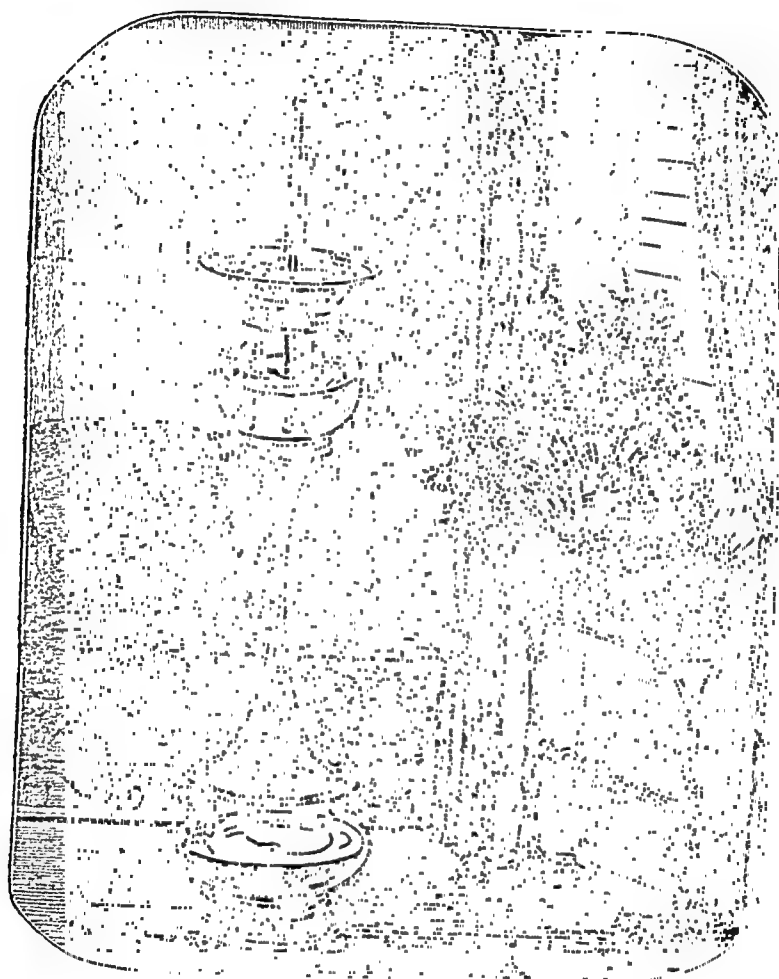
નીચે થયા પછી એક ઠેકાણે સ્થિર રહ્યો. એ વખતે નળીની અંદરના પારાની ઉંચાઈ પતેલામાંના પારાની સપાટીથી ૩૦ ઇંચ જેટલી હતી. આ પ્રયોગ તમે કરી જોશો તો એજ પ્રમાણે થશે. પારાથી ભરેલી નળીમાં પારો આટલે ઉંચે સુધી ભરાયલો રહે છે એનું શું કારણ હશે? રક્ષાળીમાંના પારાપર હવાનું જે દબાણ થાય છે તેને લીધે આટલો પારાનો સ્તંભ ટેકવાઈ રહે છે. કારણ કે નળીની અંદર બહારની હવાના દબાણની સામે થવાને બીજી હવા છે નહિ. જો એ નળીના માથાપર કાણું પાડી માંહે હવા દાખલ કરશો તો નળીમાં રહેલો પારો તરત પડીજશે અને પતેલામાંના પારાની સપાટી કરતાં સ્હેજ પણ ઉંચે રહેશે નહિ. આમ થવાનું કારણ એ છે કે અંદર હવા દાખલ કરવાથી બહારનું અને અંદરનું દબાણ આપણે સરખું કરી નાંખીએ છીએ. ત્યારે જૂઓ આપરથી એમ સિદ્ધ થાય છે કે હવાનું દબાણ પારાના ૩૦ ઇંચના સ્તંભને ટેકવી શકે એટલું છે. તથા પ્રયોગની શરૂઆતમાં થોડો પારો નળીમાંથી નીચે ઉતરી ગયો તેનું કારણ એ છે તે વખતે પારાનું વજન હવાના દબાણથી વધારે હોવું જોઈએ. જેમ હવાનું દબાણ ઓછું થતું જાય છે તેમ તેનાવડે ટેકવાતો પારાનો સ્તંભ પણ ના'નો એટલે ટુંકો થતો જાય છે. જેમ ઉંચા પ્રદેશોમાં જઈએ છીએ તેમ હવા પાતળી અને હલકી થતી જાય છે તેથી તેનું દબાણ પણ ઓછું થતું જાય છે. અને એમ થવાથી નીચા પ્રદેશોમાં હવાનું દબાણ પારાનો જેટલો લાંબો સ્તંભ ટેકવી શકી શકે છે તેટલો આ ઉંચેની હવાનું દબાણ ટેકવી શકતું નથી. આ ફેરફાર ઉંચાઈના પ્રમાણમાજ થતો હોવાથી વિદ્વાનો તેનો લાભ લઈ પર્વતોની ઉંચાઈને આ પ્રયોગ કરી માપે છે.

એમ ધારો કે ઉપલી નળીના ગોળ છેડાનું ક્ષેત્રપૂજા એક ચોરસ ઇંચ જેટલું છે. પારાના સ્તંભની ઊંચાઈ ૩૦ ઇંચ જેટલી છે. તે સ્તંભમાં ૩૦ ઘન ઇંચ પારો થયો. અને દર ઘન ઇંચ પારાનું વજન લગભગ અઠધો રતલ હોય છે તો ૩૦ ઘન ઇંચનું વજન લગભગ ૧૫ રતલ થયું. એટલે હવાનું-કહો કે વાતાવરણનું-દબાણ દર ચોરસ ઇંચે ૧૫ રતલ જેટલું છે એમ કહી શકાય.

હાથરોનો પુઆરો-હવાના દબાણ અને *સ્થિતિસ્થાપકતાના ગુણપરથી પાસેના ચિત્રમાં આપેલો સહેલથી કોઈપણ માણસ બનાવી શકે એવો પુઆરો ઈ. સ. પૂર્વે ૧૨૦ માં એલેક્સેન્ડ્રિયાના રહેનાર હાયરો નામના વિદ્વાને શોધી કાઢ્યો છે. ચિત્ર ૨૨ માં બતાવ્યા પ્રમાણે એક પિત્તળની તાસક, બે કાચના ગોળાં તથા પિત્તળની તાસકનો નીચેના ગોળા સાથે સંબંધ કરાવતી એક લાંબી નળી, અને બે ગોળાઓને પરસ્પર સંબંધ કરાવતી બીજી નળી અને તાસકમાંથી ઉપલા ગોળાના નીચેના ભાગ સુધી જતી ત્રીજી નળી-આટલાવાના હોય છે, અને તે ઉપર જણાવેલા પોતપોતાના ઠેકાણામાં મજબૂત બેસાડેલાં હોય છે. પહેલાં આ ત્રીજી નળીને કા'ડી લઈ ઉપલા ગોળામાં થોડું પાણી ભરો. પછી પાછી એ નળીને ઘાલી તાસકમાં પાણી રેડો. લાંબી નળી મારપૂત પાણી નીચલા ગોળામાં આવ્યું જશે. એટલે તેમાંની હવા ઠેલાશે અને તે પેલી બીજી નળીવાટે ઉપલા ગોળામાં આવશે. ઉપલા ગોળામાં હવા આ

*સ્થિતિ સ્થાપકતા એટલે પોતાના કદમાં દબાણથી કંઈ ફેરફાર થયો હોય તો પેલા દબાણના જવાબી પાછા પોતાના મૂળ કદપર આવવાની શક્તિ, અને જ્યાં સુધી દબાણ હોય ત્યાં સુધી એ શક્તિના બળથી તે દબાણની સામે તેને હકાવવા યત્ન કરવો તે.

પ્રમાણે દબાય છે કે તે પાણીપર પોતાનું બળ ચલાવે છે,
અને ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે પાણીની સેરને ઉંચે ઉરાડે છે.



ચિત્ર ૨૨ મું. હાયરોનો પુવારો.

બહારની હવાનો અટકાવ અને ઘર્ષણ આ પાણીની સેરપર
કાર્ય કરે છે. તેથી તે ઘણું ઉંચે સુધી ઉડી શકતી નથી.

જહુમ્મ દર્પણ અને પ્રતિબિંબ.

હરગીત છંદ.

પ્રતિબિંબનાજ પ્રપંચથી, વિધવિધ ચમત્કૃતિ થાય છે,
તે દેખીને સામાન્યજન, આશ્ચર્ય-જળમાં ન્હાય છે;
વિદ્યા પ્રતાપથી તત્વ જાણી, બ્રાન્તિમુક્ત થવાય છે,
વેદાન્તમાં પણ વિશ્વ દર્પણ વિષય એકજ ન્યાય છે. ૧

મ્હોડું જોવાના આરસા તો સૌના જોવામાં આવ્યા હશે.
ગરીબમાં ગરીબથી તે મો'ટામાં મો'ટા શ્રીમંત લોકો ના'ના
કે મો'ટા આરસા કે આરસીઓ રાખે છે. કપડાં પહેરીને
મુખ જોવાને વાસ્તે પુરુષો, અને ચોટલા વાળવાને માટે
સ્ત્રીઓ તેમનો જહુજ સાધારણ રીતે ઉપયોગ કરે છે.
રડતાં બાળકને આરસીમાં કે મો'ટા આયનામાં તેના મ્હોડું
પ્રતિબિંબ બતાવીએ છીએ તો ખુશી થઈ તે છાતું રહી જાય
તથા તેમાં જોઈને રમ્યા કરે છે. એવા કાચના આરસા અથવા
દર્પણમાં આપણું પ્રતિબિંબ શી રીતે જણાય છે એવો ત-
મારા મનમાં કોઈ દિવસ વિચાર આવ્યો છે વા? તમારામાંના
ઘણાને તેવી જાણાસા ના'નપણમાં થઈ હશે, પરંતુ તેની
સમજણ કોઈએ આપેલી નહિ એટલે બેશી રહેલા; અને
પાછળથી દર્પણમાં જોવાની ટેવ પડી ગઈ એટલે એ બાળ-
તપર તમારું લક્ષ પણ ગયેલું નહિ. ત્યારે હવે આપણે
તે સંબંધી વિચાર કરીએ.

ઘણી વખતે દહાડે બારી બારણાની ફાટમાંથી કે છાપ-
રાના કોઈ ના'ના કાણામાંથી સૂર્યનો તડકો એક બારીક સીધી
લીટીમાં આવ્યો આવતો તમે જોયો હશે. તમને યાદ ન હોય
તો હુમણાંજ ઓરડાનાં બધાં બારી બારણાં બંધ કરી તપાસો

તો કેઈ પણ ઝીણી ફાટમાંથી આવી એક ઠેકાણે લોચપર પડતો ગોળ પ્રકાશ દેખાશે. ખરું જોતાં આ સૂર્યનો પડછાયો અથવા પ્રતિબિંબ છે. ઝોરડાનાં બધાં બારી બારણાં બંધ કરવાથી અંદર અંધારું થાય છે, એટલે સૂર્યના આવતા પ્રકાશનો સીધો રસ્તો બરાબર જણાય છે, એટલુંજ નહિ પણ હવામાં ધૂળના જેવા કેટલા અસંખ્ય ઝીણા રજકણો ઉડે છે તે પણ પેલા પ્રકાશના માર્ગમાં દેખાય છે.

હવે એક નાની આરસી લો અને તેને એવી રીતે ચત્તી મૂકો કે પેલો સૂર્યનો આવતો પ્રકાશ તેનાપર પડે. તરત જ તમને જણાશે કે જેવો એ પ્રકાશ એના ઉપર પડે છે કે તેનું પરાવર્તન (Reflection) થાય છે, એટલે તે જાણે પાછો ફેંકતો હોય એમ લાગે છે, અને જે દિશામાંથી એ પ્રકાશ આવે છે તેની અને જે દિશામાં આ પરાવર્તન પામેલો પ્રકાશ જાય છે એની આકૃતિ પાડીએ તો તે ✓ આવી હોય છે, હમેશાં આ ✓ આકૃતિની એક બાજુ પેલા ચત્તાપાટ દર્પણની સાથે જેવડો ખૂણો કરે છે તેવડો જ બીજી બાજુ પણ કરે છે, અને સપાટ આરસો બરાબર સીધો હોય કે વાંકો હોય તોપણ પ્રકાશની અને પડછાયાની લીટીના આરસા સાથે થતા ખૂણાઓ સરખા જ રહે છે. વિદ્યાના પુસ્તકમાં આ બાબતના નિયમનું આ પ્રમાણે વર્ણન કરે છે: પરાવર્તન કરનાર સપાટી પર જે ઠેકાણે તેના પર કિરણ પડે છે ત્યાં આગળ ફાટખૂણે એક સીધી લીટી દોરી હોય તો તેની સાથે જે વડો ખૂણો આ કિરણની લીટી કરે છે તેવડો જ ખૂણો પેલા કિરણ મારફત આવતા પ્રકાશના થતાં પરાવર્તનની લીટી (દિશા) પણ કરે છે.

આ નિયમથી એમ પણ સાથે સાથે સિદ્ધ થાય છે

કે જે આરસા પર પડતા પ્રકાશના કિરણનો માર્ગ જરાબર સામે એટલે આરસાની સપાટીને કાટખૂણે હોય તો પછી ઉપલા નિયમમાં કહેવામાં આવેલી આરસાની સપાટીને કાટખૂણે દોરવાની સીધી લીટીની સાથે એ કંઈ પણ ખૂણો કરશે નહીં; કારણ કે એક જ સપાટીપર બંને કાટખૂણે છે એટલે કે તે એક જ દિશામાં છે. વળી જ્યારે આ કિરણની લીટી આરસાની સપાટીને કાટખૂણે હોવાથી કાટખૂણે દોરાતી લીટી સાથે કંઈ ખૂણો કરતી નથી ત્યારે પરાવર્તનની લીટી પણ ઉપલા નિયમ પ્રમાણે કરશે જ નહીં, અર્થાત્ તે પણ પરાવર્તન કરનાર આરસાની સપાટીથી કાટખૂણે જ રહેશે એટલે કિરણનો અને પરાવર્તનનો માર્ગ એક જ થશે. જે દિશામાંથી કિરણ આવે છે તે જ દિશામાં પાછું ફેંકાશે. એમ જ થાય છે. આ રીતે ઉપર જણાવેલો નિયમ સર્વદા સત્ય ઠરે છે. આ પ્રમાણે દર્પણવડે સૂર્યનું જે અજવાળું પ્રતિબિંબિત થાય છે, તેને આપણા લોકો ઓળો કહે છે. તમે નાનપણમાં આરસી લઈને એવા ઓળા ઘણીવાર પાડ્યા હશે. સૂર્યના પ્રકાશના આ પ્રમાણે પડતા પ્રતિબિંબમાં તડકો હોવાથી છાકરાઓ એવી રીતે આરસો ફેરવે છે કે પ્રતિબિંબ સામા માણસના મહોંપર જ પડે, તથા તડકો મહોંપર આવવાથી જે દવાલાવિક્ક અણગમે ઉપજે છે તે ઉપજે, અને સામે માણસ ચીડવાય. જૂઓ આવી બાળકની ચેષ્ટા (રમત) માંથી પણ વિદ્યાના સંબંધમાં કેવું કેવું ઉપયોગી જ્ઞાન મળે છે.

પરંતુ યાદ રાખજો કે પ્રકાશનાં કિરણોના માર્ગમાં કંઈ પણ વસ્તુ વચ્ચે આવવાથી તે પ્રસરતા અટકે છે અને તે વસ્તુની જે અંધારી આકૃતિ ભોંયપર કે સામે ખીલ કશાપર પડે છે તે પ્રકાશ વિનાની આકૃતિને ઓળો કહેવાનો ચાલ છે.

આપણે હવે ઓળો શબ્દ એજ અર્થમાં અને પ્રતિબિંબ શબ્દ ઉપર વર્ણેલા અર્થમાં વાપરીશું.

ત્યારે હવે તો તમને સમજ પડી હશે કે આરસીમાં કે દર્પણમાં શા કારણથી પ્રતિબિંબ જણાય છે. જેમ સૂર્યના કિરણો દર્પણપર પડે છે તેમ દરેક વસ્તુથી અજવાળાના કિરણો દર્પણપર કે એવી કોઈપણ ચળકતી સપાટીપર પડે છે. એ દર્પણ કે ચળકતી સપાટીથી તે કિરણોનું પરાવર્તન થાય છે. આ પરાવર્તન થતાં અથવા જાણે પાછા પૂંકાતા કિરણોનો માર્ગ મૂળ પડતા કિરણો આરસાની સપાટીપર ધરાધર સામા એટલે કાટખૂણે પડ્યા નથી હોતાં તો તેમાના માર્ગ સાથે ઉપર કહેલી ✓ આકૃતિ કરે છે. તથા પરાવર્તનની દિશામાં ઉલેલા માણસને વસ્તુની જે છબી જણાય છે તે વળી પેલી મૂળ વસ્તુ જ્યાં છે ત્યાં નહિ પણ પરાવર્તનની દિશાની સીધી લીટીમાં હોય એવું લાન થાય છે. આ લાન ખરું જોતાં ભ્રમ છે, કારણકે જોકે આંખનો સ્વભાવ પદાર્થ જોવાનો છે પરંતુ જે પદાર્થ જણાય છે તેના કિરણો આંખ ઉપર બારોબાર તેજ વસ્તુપરથી સીધાં આવ્યાં આવે છે કે બીજું કોઈ પરાવર્તન કરનારી વસ્તુપરથી પરાવર્તન પામીને આવે છે એ જાણવાને આંખને કશું સાધન નથી. અને તેથી કોઈ પણ વસ્તુના કિરણો જેવાં આંખપર પડે છે એટલે તે ભલેને વસ્તુથી બારોબાર આવ્યા હોય કે પ્રતિબિંબિત થઈને આવ્યા હોય તો પણ તેની છબી જે લીટીમાં એ કિરણો આંખપર પડે છે તેજ સીધી લીટીમાં છે એમ તે માની બેસે છે.

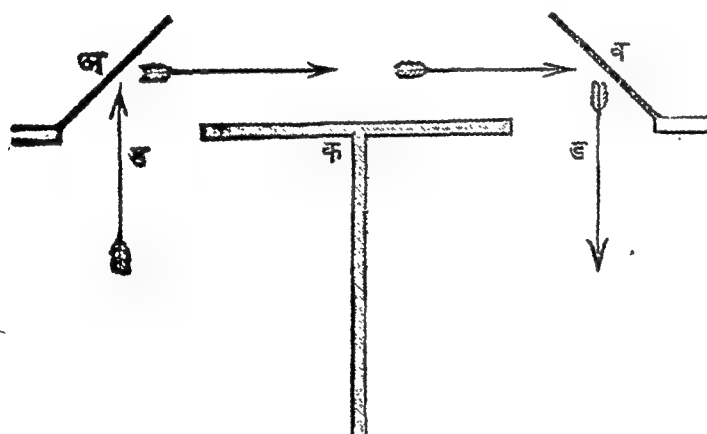
જ્યારે આપણે આપણું પ્રતિબિંબ આરસામાં જોઈએ છીએ ત્યારે આપણે ઉપર કહી ગયા છીએ તે મુજબ આપણા શરીરથી પ્રકાશના કિરણો આરસાપર ધરાધર સામા એટલે

તેની સપાટીથી કાટખૂણે પડે છે અને તેથી તેના પરાવર્તનનો માર્ગ પણ એકજ હોય છે અને તેથી જે પ્રતિબિંબ જણાય છે તે આપણને ઘરાઘર સામું અને સીધી લીટીમાં હોય એમ લાગે છે.

આ પ્રમાણે દર્પણમાં તેનાપર જે પદાર્થોનાં કિરણો આવે છે તે પદાર્થોના પ્રતિબિંબ થાય છે અને આપણને જણાય છે. એવા પ્રતિબિંબ આપણા જોવામાં આવતાં હોવાથી એમાં કંઈ આશ્ચર્યનું લાન થતું નથી પરંતુ વિદ્યાના શોધો ઘરાઘર જાણમાં આવ્યાં તે પહેલાં પાશ્ચાત્ય દેશોમાં આવા દર્પણોનો ઉપયોગ કરીને દેવદાનવોનાં દર્શન કરાવવાનો ઢોંગ ચલાવી લોળા લોકોને છેતરવામાં આવતા હતા. હાલ પણ સુધરેલા દેશોમાં વિદ્યાના જ્ઞાનથી અપરિચીત લોકોને ગમ્મતની ખાતર અજ્ઞયથી પમાડે એવા ખેત્રો કરી બતાવવામાં સાદાં દર્પણોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ પ્રમાણે દર્પણોવડે બતાવવામાં આવતા દેખાવોને જાદુઈ દર્પણના પ્રતિબિંબો કહેવામાં આવે છે. જાદુઈ દર્પણોના ખેલ કેવી રીતે થાય છે અને તેમાં શી યુક્તિ રહેલી છે તે જણાવનારા એક દેખાવનું આ ઠેકાણે વર્ણન કરીએ.

એક મોટા ઓરડાને વચ્ચેથી પડેલો ભરી તેના બે ભાગ કરવામાં આવે છે. અને તે દરેક ભાગમાં એક કકડાનું અક્ષેકું બારણું વચલા પડેલાથી સરખે અંતરે મૂકવામાં આવે છે અને એ બારણાંના ઉપરજ આખાં દર્પણો અથવા સલંગ આરસા ઘાલવામાં આવે છે. અને તેમના મિજાગરા વચલા પડેલાથી આવેની બાજુ તરફ રાખેલા હોવાથી તેઓ જ્યારે ઉઘાડવામાં આવે છે ત્યારે સામસામા થઈ શકે છે. પાસેના ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે અ અને વ દર્પણવાળાં બારણાંઓ છે. અ

દર્પણમાં પ્રતિબિંબ પડે એવી રીતે તે બાબુના ચોરડામાં જેનાં દર્શન કરાવવા હોય તે દેવનું ચિત્ર કે પૂતળું અથવા જે વસ્તુનો દેખાવ બતાવવો હોય તે વસ્તુનું ચિત્ર મૂકવામાં આવે છે. અને અ દર્પણવાળા બારણાને એટલુંજ ઉઘાડું રાખવામાં આવે છે કે તેનાપર પડતાં પેલી વસ્તુ કે ચિત્રના કિરણો એવી દિશાએ પડે કે જેથી તેમનાં પ્રતિબિંબની દિશા પેલા ચોરડાની પાછલી ભીંતની દિશાને બરાબર સમાંતર



ચિત્ર ૨૩ મું. દર્પણવાળાં બારણાંને કેવી રીતે ઉઘાડવામાં આવે છે તેનું ચિત્ર.

રહે. ચિત્રમાં કહાડેલા તીરના માથા તરફ જોશો તો તરત સમજાશે. પછી જ દર્પણવાળા ચોરડામાં જોનારને લઈ જઈ પેલું જ દર્પણવાળું બારણું ચિત્રમાં બતાવ્યું છે એટલું ઉઘાડવામાં આવે છે એટલે તરતજ પેલા માણસને પોતાનું પ્રતિબિંબ જણાવાને બદલે પેલાં પ્રતિબિંબનું પ્રતિબિંબ આ જ દર્પણમાં દેખાય છે એટલે તે અન્યથા થાય છે. પેલ જોનારને બરાબર આશ્ચર્યનું લાગે થવા વાસ્તે પેલા જ ચોરડાની

ચારે બાજુઓ અંધારી રાખી વ બારણાંને બંધ રાખી તેની ઉપરના દર્પણપર એક હોડો ચોરાડી મૂકવામાં આવે છે. અને બતાવનાર માણસ જોનારને અંદર લઈ જઈ તેને જરા છોટે ઉભો રાખી પેલો હોડો ઉંચો કરી બતાવે છે. એટલે જોનાર પોતાનું પ્રતિબિંબજ તેમાં જુએ છે. પછી કહેશે કે હવે મંત્ર લખી હું દેવોને, દૈત્યોને અથવા બીજું જે બતાવવું હોય તેને જોલાવું છું, એમ કરી પડદા નીચે લરાઈ મંત્ર જોલવાનો ઢોંગ કરે છે, અને સાચવીને પેલા વ દર્પણવાળા બારણાને જોઈએ તેટલું ઉઘાડી પાછો પેલો હોડો ઉંચો કરી બતાવે છે. આ વખતે જોનાર પોતાની છબીને બદલે તેમાં બીજુંજ કંઈ દેખે છે અને ત્યાં ચારે બાજુએ તેવી કોઈ વસ્તુ નહિ હોવાથી બહુ આશ્ચર્ય પામે છે.

જોલતું ડોકું.

દોહરો.

એ ત્રણ જણ જુદા મળી, શું ન ઠરાવે સાચ;

કાપ્યું ડોકું જોલતું, બતાવિ દે એ કાચ. ૧

વિદાયત વગેરે દેશોમાં થોડાં વર્ષપર ધડ વગરનું ડોકું જોલતું અને વાતચિત કરતું બતાવવાનો અભ્યયબી લરેલો ખેલ કરવામાં આવતો હતો. અને આ દેશમાં તો કેટલાં વર્ષ થયાં તોએ હજી પણ મેળાઓ વખતે અને બીજે ઘણે પ્રસંગે પૈસો બે પૈસા લઈને એ ખેલ બતાવવામાં આવે છે; જે જોવા હજારો લોકો દોડે છે, અને અનહુદ આનંદ પામે છે. પરંતુ ઘણા થોડાઓનેજ એ શું હશે એ જાણવા જાણસા

થઈ હશે તથા તે બાણવાની કોશિસ તો જવલ્લે કોઈએ કરી હોય. સામાન્ય લોકો આપડા નાનાં છોકરાંની પેઠે એમજ સમજે છે કે ધડ બૂદ્ધ પડયું છે ને ડોકું છૂટુંજ છે. અને ખરેખર છૂટું ડોકુંજ ખોલે છે. વળી રહેજ ડાહ્યા માણસો હોય છે તે એમ ધારે છે કે કંઈ નજરખંધીનો ખેલ કર્યો હશે. પરંતુ એ યુક્તિનો આધાર પ્રકાશના નિયમોપર રહેલો છે એ બાણનાર તો ઘણાજ થોડા હોય છે.

આ અતિરસમય પ્રયોગ પાછળ આપેલા બહુઈ દર્પણોની પેઠે ‘પ્રકાશ’ના નિયમોપર આધાર રાખી રહેલો છે. પ્રથમ તો આ પ્રયોગ કેવી રીતે તૈયાર કરી દેખાડવામાં આવે છે તેનું આપણે વર્ણન કરીએ. તમાસગીરોને ઉભા રહેવાની જગાની અંદરના ભાગમાં થોડી જગો ખાસ રાખવામાં આવે છે. તે અલાયદી જગોમાં એક ત્રણ પાયાનું મેજ રાખવામાં આવેલું હોય છે. આ મેજની વચ્ચેવચ્ચ કાણું પાડીને તેમાંથી એક માણસનું માત્ર ડોકું ઉપર દેખાય એમ ટુવાલમાં મૂકેલું હોય છે. આ ડોકું ખોલે છે, વાતચિત કરે છે, આંખો ફેરવે છે વગેરે છૂટા ડોકાના સંબંધમાં આશ્ચર્ય ઉપજાવતી ક્રિયાઓ કરે છે. ખરેખર જોતાં એ ડોકાંવાળાં માણસનું ધડ મેજ નીચે ન દેખાય એવી રીતે ગુપ્ત રાખેલું હોય છે. પરંતુ તમાસગીરોના મનમાં એમ થાય છે કે મેજની નીચે કાંઈ છેજ નહિ, ખાલી જગા છે.

આ પ્રયોગમાં એવી તો ખુબી રાખવામાં આવે છે કે, તે ડોકાવાળો માણસ ખરું જોતાં ટેળલની નીચેથી ખુરસીપર બેઠેલો હોય છે તોપણ જણાતો નથી; કારણકે તેનું ધડ એવા બે દર્પણોવડે સંતાડવામાં આવે છે કે નીચે નજર કરતાં છતાં મેજની નીચેની જગો છેક પાછળની ભીંતસુધી ખાલી

હોય એમ લાગે છે. આ પ્રકારની અસર કરવાને દર્પણો એવી રીતે ગોઠવવાં પડે છે કે ડાબી અને જમણી બાજુની ભીંત સાથે તેઓ ૪૫ અંશનો ખૂણો (અર્ધ કાટખૂણો) કરે છે; એટલે ડાબી અને જમણી ભીંતની ધરાબર સામા નહિ, પણ વાંકા સુકવાથી તેમાં ડાબી અને જમણી ભીંતોનું જે પ્રતિબિંબ પડે છે તે એ દર્પણો સાથે ખૂણો કરતું હોય એવી રીતે પડે છે. દર્પણોની પાછળ ધડ હોવા છતાં જણાતું નથી કારણ કે એ તો આપણો સાધારણ અનુભવ છે કે દર્પણની આગળ જે ચીજ હોય તેનું દર્પણમાં પ્રતિબિંબ પડી દર્પણની પાછળ હોય એમ જણાય પરંતુ દર્પણની પાછળ શું છે તે કંઈ જણાય નહિ.

આ દર્પણોને ભીંતોથી ૪૫ અંશે મૂકેલા હોવાથી એમાં ડાબી અને જમણી ભીંતોનાં પ્રતિબિંબો એટલે દૂર એવાં વાંકા પડે છે કે તમાસગીરની સામેની એટલે ટેબલવાળી જગાની પછાડીની ભીંતનો નીચેનો ભાગ આ દર્પણોમાં પડતા ડાબી અને જમણી ભીંતોના પ્રતિબિંબોથી જૂદો જણાતો નથી. ટુંકમાં બાબુપરની દિવાલોના પ્રતિબિંબો પ્રકાશમાં વર્ણવેલા નિયમ પ્રમાણે પેલી પાછળની દિવાલના સ્થળપરજ પડે છે. ત્રણે દિવાલોને એક સરખી રંગી હોય અને પ્રકાશ ઝાંખો રાખવામાં આવ્યો હોય તો જોનારના મનપર વધારે સારી રીતે અસર કરી શકાય છે. આ પ્રમાણેની પ્રયોગની ગોઠવણથી અબાણ્યો માણસ તો દર્પણની માંહે જોતાં છતાં પણ એમ સમજે છે કે એ દર્પણની અંદર જે ભીંત જણાય છે તે જોનારની સામેની એટલે ટેબલની પછાડીની દિવાલ છે. ટેબલની નીચે કાચ છે એમ ભાગ્યેજ કોઈના બાણુવામાં આવે છે. અને કદાચ એમ મનમાં

આવે કે ટેબલની નીચે કાચ છે, તોપણ તેમાં તેની પાછળની ભીંત દેખાય છે એમ લાગવાથી તે સાદા પારદર્શક કાચ છે એમ અનુમાન થાય છે. આથી જોનાર માણસ એમ સમજે છે કે ટેબલના પાયાથી પાછળની ભીંત સુધીની જગામાં કોઈ ઠેકાણે પેલા ડોકાનું ઘડ નથી. વસ્તુતઃ ટેબલની પછાડી દેખાતી ભીંત બાબૂપરની ભીંતોનું પ્રતિબિંબ છે. અને ઘડ તો એ દર્પણોની પછાડી ડોકાંની નીચેજ છે. પરંતુ જોનારને એમ સમજવાને બદલે એમ લાગે છે કે ટેબલની નીચેની જગામાં સામી ભીંત સુધી કંઈ છેજ નહિ તથા બે કાચ હોય તો તેઓ પારદર્શકજ હોવા જોઈએ. આથી આ આશ્ચર્યકારક ભ્રમ ઉત્પન્ન થાય છે.

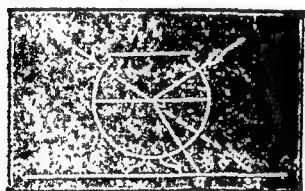


ઝાંઝવાનું જળ.

દાહરો.

તેજતણા જેમ કિરણનું, વર્કોભવન ભ્રમકાર;
સમ વાંકી મતિ નરતણી, પણ અનર્થ કરનાર. ૧

પ્રકાશનાં કિરણો દર્પણપર કે ચળકતી સપાટીઓપર પડતાં કેવાં પરાવર્તન પામે છે એ તો આપણે જાણ્યું. પરંતુ હવામાંથી પાણીમાં પેસતાં અથવા એક પ્રકારની ઘનતાવાળા (જડાઈવાળા) પદાર્થમાંથી બીજા ઓછીવત્તી ઘનતાવાળા પદાર્થમાં પેસતા એ કિરણોનું શું થાય છે તેની તમને લાગ્યેજ બબર હશે. તમને કહેવામાં આવે તેના કરતાં તમેજ એક નાના સરખા કાચના પોલા અર્ધગોળને પાણીથી ભરો, ઓરડાનાં બારી બારણાં બંધ કરી એકાદ તડ કે પ્રાટમાંથી સૂર્યનું કિરણ આવતું હોય ત્યાં આગળ તેને મૂકો. તરતજ તમને



ચિત્ર ૨૪ મું. સૂર્યનાં કિરણો પાણીમાં માર્ગ.

જણાશે કે ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે સૂર્યનાં કિરણો તડકે જે પેહલાં સીધો અ આગળ પડતો હતો તે હવે પાણીમાં થઈને આવતાં વ આગળ પડે છે. આમ શા કારણથી થયું? તમે પાણીની સપાટીને સૂર્યના પ્રકાશની દિશા તરફથી ધારી ધા-

રીને જોશો તો તમને જણાશે કે કિરણનું અજવાળું હવે બરાબર એક લીટીમાં ગાદ્યું ન જતાં જેવું પાણીની સપાટીને મળે છે કે તરત જરા આડો પણ એક સરખો સીધો માર્ગ લે છે અને તેથી અને બદલે વ ને ઠેકાણે બહાર નીકળે છે. હવામાંથી પાણીમાં પેસતાં કિરણો રસ્તો સ્હેજ બદલાય

છે. આ બનાવને પ્રકાશનું વક્રીભવન (Refraction of light) કહે છે. પાણીમાં કિરણનો રસ્તો બરાબર જોવો હોય તો તેમાં થોડાં આસમાની રંગના ટીપાં નાંખો; એટલે સહેજ વાદળી રંગ થવાથી તમે સ્વચ્છ કિરણના માર્ગને બરાબર નિહાળી શકશો.

આ ઉપરથી એટલું જાણ્યું કે પ્રકાશનું કિરણ માર્ગમાં આવેલી એક વસ્તુ-જેવી કે હવા-માંથી બીજી-જેવી કે પાણી-માં તિરકસ પેસતાં વક્રીભાવ પામે છે એટલે સહજ એક બાબત તરૂ વળી જાય છે. તેમજ દરેક મધ્યસ્થ વસ્તુમાં જો કે માર્ગ સીધો હોય છે તોપણ બે વસ્તુની સામાન્ય સપાટી આગળ પ્રકાશનું કિરણ જરા દિશા બદલે છે. અને આવું પ્રવાહી પદાર્થોમાંજ પેસતાં થાય છે એમ નથી. કેમકે પણ બે માર્ગસ્થ વસ્તુઓ, પછી તે ભલે ઘન, પ્રવાહી કે વાયુરૂપ હોય, તોપણ તે બેની સામાન્ય સપાટી આગળ આવો બનાવ બને છેજ. દાખલા તરીકે કાચના બ્યાલામાં થોડું પાણી ભરી તેનાપર ટપેનટાઈન રેડશો તો જો કે બેઉ પ્રવાહી પારદર્શક છે તોપણ દરેકની સપાટીમાં પેસતાં પ્રકાશનાં કિરણો થોડો થોડો વક્રીભાવ થાય છે; અને ૨૪ મા ચિત્રમાં બતાવ્યા મુજબ આહું પરાવર્તન પણ થાય છે. જૂદા જૂદા પ્રવાહીમાં એકમાંથી બીજામાં પેસતાં કે જૂદા જૂદા વાયુઓમાં એકમાંથી બીજામાં પેસતાં વક્રીભવન થાય છે એટલુંજ નહિ પણ એકજ પ્રકારના વાયુ કે પ્રવાહીનાં પડો એકબીજાથી ઓછાવત્તા ગરમ હોવાથી ઓછાવત્તા વિસ્તારને પામેલા હોય છે, અને તેથી તેમની ઘનતામાં એકબીજા કરતાં ફેરફાર હોય છે તો તે એક પડમાંથી બીજા પડમાં જતાં પ્રકાશનાં કિરણોને પડે પડે વક્રીભવન અને પરાવર્તનનો અનુભવ થાય

છે. એજ પ્રમાણે ઘન પદાર્થોપર પડતાં કિરણોનું પણ પરા-
વર્તન અને વક્રીભવન થાય છે. દરિયા કિનારે કે નદીના ભાઠામાં
ઉન્હાળામાં સખત તાપ પડતો હોય છે ત્યારે, તમે રેતી ઉપર
નજર કરો છો તો આઘેના પદાર્થો હાલતા અને નાચતા ત-
મને જણાય છે. કેટલાક અજ્ઞાન લોકો તેને કહે છે કે
રેતીમાંથી ગરમી ઉઘે ચડે છે, અને ઘણા કહે છે કે ભાઈ,
એતો લુ વરસે છે. પરંતુ આ તેમની ભૂલ છે. ગરમી કંઈ
ચડતીએ નથી અને લુ કંઈ વરસતીએ નથી. ગરમી તો
ગુરુત્વાકર્ષણ કે લોહચુંબક ધર્મની પેઠે દેખાય એવીજ નથી
તો પછી તે ચડતી કે વરસતી તો શી રીતે માલમ પડે.
એટલું તો ખરું કે જે દેખાવ જણાય છે તે નીચેની રેતી
સૂર્યના તાપથી તપવાથીજ બને છે, કારણ કે ગરમ થયેલી
રેતી પાસેની હવાને ગરમ કરે છે અને તેથી તે હવા વધારે
વિસ્તારવાળી થઈ પાતળી પડે છે; વળી પાતળી હવા, અમુક
અરખા કદનો વિચાર કરતાં, જાડી હવાના પ્રમાણમાં હલકી
હોવાથી, પાછી ઉંચી ચડે છે. અને આવી ઓછીવત્તી ઘનતા-
વાળી હવાનાં જૂદાં જૂદાં પડોમાં પેસતાં પ્રકાશનાં કિરણોનું
વક્રીભવન થાય છે અને તેમાં ઉંચે ચડતી પેલી હવાના
સપાટાથી બહુ અનિયમિતપણું થાય છે. અને તેથી ઉપર
કહેલો દેખાવ જણાય છે.

પરંતુ આના કરતાં વધારે નવાઈ જેવા વિચિત્ર દેખાવો
વાતાવરણમાં જોવામાં આવે છે. તે તો તમે ભાગ્યેજ જોયા
હશે. રણમાં અને પ્રસંગે મોટાં મેદાનોમાં દેખવામાં આવતો
ભ્રમ જેને આપણે ઝાંઝવાનું જળ કહીએ છીએ તેનો કદાચ
તમને અનુભવ થયો હશે. બિચારા મુસાફરો જેમને નસીબે
એવાં મોટાં રણમાં તાપના વખતમાં જવાનું આવ્યું હોય છે, તેમને

પાણીની પુષ્કળ તરસ લાગ્યા પછી પાસે કોઈ જળાશય મળી આવે એવી બહુ તીવ્ર ઇચ્છા થયાં કરે છે. તેઓ પોતાની આગળ આ ઝાંઝવાનું જળ જોઈને બહુ ખુશી થતા થતા આગળ વંધ્યા જાય છે અને આખરે ઠગાય છે. ઇજ્જતમાં મુસાફરી કરતાં એક માણસ આ ઝાંઝવાના જળથી ઠગાયો હતો તે આ પ્રમાણે પોતાનું વૃતાંત લખે છે:

“રોસેટા જવાના વિચારથી થોડાં ગધેડાં ભાડે કરી રસ્તામાં આવતાં મહાસાગર જેવડા રણને અમે ઓળંગવા માંડ્યું. અમારી સાથે ત્યાંના ભોમિયા આરખો હતા, તેઓ અમારાં ગધેડાંની બાજુપર દોડતા હતા. કેટલુંક ગયા પછી આગળ એક મોટું તળાવ હોય અને તેને સામે પાર ઘુમટ અને મોટા શિખરોવાળાં ઘરો હોય એમ જણાયું. આગળ જળાશય છે એ બાળતમાં મને જરાપણ શક ન પડ્યો, કારણ કે રોસેટાના ઉંચા મિનારાઓ અને મહેલો તેમજ ત્યાંના બજારનાં ઝાડોની ઘટા, ત્યાંની હવેલીઓની સર્વ ઝીણામાં ઝીણી કારીગરીની ખુબીઓ તેમાં આબેહુબ ચિત્રાયલી જણાતી હતી. મેં અમારા આરખ ભોમિયાને પૂછ્યું કે ભાઈ, આ તળાવ આપણે શી રીતે ઓળંગી શકીશું? અમારો દુભાષિયો એક ગ્રીક હતો અને તેણે તો આવા દેખાવો પેહેલાં જોયલા હોવા જોઈએ, તેની પણ એટલી બધી ખાત્રી થઈ કે વારેવારે તે પેલા આરખોને પૂછવા લાગ્યો કે પાણીના કિનારાની પાસે ને પાસે આપણે જઈએ છીએ, માટે તે ઉપરથી રોસેટા શી રીતે પહોંચાશે? અને જ્યારે આરખોએ ઉત્તર આપ્યો કે આ રેતીના મેદાનમાં સીધી લીટીમાંજ એકાદ કલાક ચાલીશું એટલે રોસેટા આવશે અને માર્ગમાં પાણીબાણી કંઈ નહીં નહિ, ત્યારે તે ગ્રીક

પણ પુષ્કળ ચીડવાયો અને બોલ્યો કે શું તમે મને મૂર્ખ કે બબુલક સમજો છો? કે જે હું મારી આંખે દેખું છું તેનાથી ઉંધું મને સમજવો છો. આરણ પુષ્કળ હસ્યો અને કહ્યું કે લાઈ, તું શાન્ત થા, અને બધાને કહ્યું કે આપણે આ રણમાં જે રસ્તે આવ્યા તે રસ્તા તરફ પાછું પૂરીને જૂઓ. જોતાં તો તરતજ જેવો દેખાવ આગળ જણાતો હતો તેવોજ પાછળ જણાવા લાગ્યો. આ તો અંઝવાનું જળ હતું! આ વિચિત્ર દેખાવથી અમે તેવારે અન્નહયા હતા, પણ પાછળથી ધીમે ધીમે અમે જાણીતા થયા. અને બિચારા તરસ્યા મુસાફરો લાંબા રણમાં પાણીની આશાએ આ અંઝવાના જળ પાછળ દોડીને કેવા નિરાશ થતા હશે અને પોતાની આંખ આગળ જણાતા ભ્રમ ઉપજાવનારા દેખાવ પાસે મરી જતા હશે તેનો મને ખ્યાલ આવ્યો.”

અંઝવાનાં જળ જેવાજ ભ્રમ ઉપજાવે એવા, અને પ્રકાશનાં કિરણોના અનિયમિતપણે થતા પરાવર્તન અને વક્રીભવનવડેજ બનતા બીજા ઘણા દેખાવોથી જૂદા જૂદા દેશોમાં અસલ ભોળા લોકોને વહેમનું, આસ્તિક લોકોને શ્રદ્ધાનું, ઢોંગી લોકોને પોતાની મો'ટાઇ વધારવાનું અને અજ્ઞાન લોકોને ઠગાવવાનું સાધન મળતું હતું. વિલાયતમાં એક આવા બનાવનું અવલોકન કરી તેનું કારણ શોધી કા'ડીને પ્રખ્યાત ડા૦ વીન્સે લોકોનાં મનમાં થતો ભ્રમ દૂર કીધો હતો. 'એમ કહેવામાં આવતું હતું કે ક્રાન્સના ટાપુપર નિ-સાની બતાવનાર રક્ષકની પાસે એવી જાદુઈ સત્તા હતી કે તે બેટ તરફ આવતાં વહાણોને તેઓના સઠ પણ દૃષ્ટિ મર્યાદામાં જણાય તે પહેલાં, તે જોઈ શકતો હતો. અને તેમનું વર્ણન આપી શકતો હતો. આ બાબતનો વિચાર ડા૦ વીન્સ

કરતો હતો એટલામાં એક દિવસ રામસગેટ પાસે હવામાં એક વહાણની ઉંધી આકૃતિ તેની નજરે પડી; દૃષ્ટિમર્યાદા સુધી દરિયાપર નજર નાંખી તો માત્ર વહાણના સઢનો ઉપલો ભાગ દીઠામાં આવ્યો. ડાઠ વીન્સ જણાવે છે કે એ ઉંધી આકૃતિ ઉપર એક બીજી સવળી આકૃતિ પણ જણાતી હતી. અને પેલી ઉંધી આકૃતિના સઢનો ઉપલો ભાગ પેલા ખરા જણાતા સઢને જાણે અડકતો હોય એમ જણાતું હતું. જેમ જેમ વહાણ પાસે આવતું ગયું તેમ તેમ ઉપલી સવળી આકૃતિ દેખાતી બંધ થતી ગઈ. જ્યારે ખરું વહાણ પૂરેપૂરું જણાયું, ત્યારે સમજાયું કે પેલી દેખાતી આકૃતિ ખરાખર આ વહાણનીજ છબી હતી. આ પ્રકારના ડાઠ વીન્સના અવલોકને પેલા રક્ષકની જાદુઈ સત્તાનો ભ્રમ ખસેડ્યો.

તમને સમજાયું હશે કે ઝાંઝવાનું જળ આપણે જોઈએ છીએ તે માત્ર તપેલી હવાના જૂદા જૂદા પડમાં ઘનતાનો ફેર પડતાં, તેમાંથી જતાં પ્રકાશનાં કિરણોનાં જૂદાં જૂદાં અનિયમિત પરાવર્તન અને વક્રીભવનનો પરિણામ છે. હવામાં દેખાયલા વહાણનું કારણ પણ એજ છે. દૃષ્ટિમર્યાદાની બહારના વહાણની નીચેના દરિયાના પાણીના તથા આબુ-બાબુની હવાનાં જૂદાં જૂદાં પડો ઓછી વત્તી ગરમીવાળાં હોવાથી અને તેથી ઓછી વત્તી ઘનતાવાળા હોવાથી વહાણપરથી જતા પ્રકાશનાં કિરણોના અનિયમિત પરાવર્તન અને વક્રીભવનથી જોયેની હવામાં તેની છબી જણાય છે. આ પ્રકારનો દેખાવ કૃત્રિમ રીતે પણ કોઈ કોઈ વાર દેખાડી શકાય છે. એક સીધી બાબુવાળા કાચના વાસણમાં ત્રણ પ્રવાહીને એક ઉપર એક રેડો. સૌથી વધારે ઘનતાવાળા પ્રવાહીને નીચે અને સૌથી ઓછીવાળાને

સૌથી ઉપર રાખો. એટલું તપાસવું જરૂરનું છે કે વચલા પ્રવાહીની વક્રીભવન કરવાની શક્તિ સૌથી વધારે બળવાન હોવી જોઈએ, અને તેથી પ્રવાહીઓ પસંદ કરવામાં બહુ હોંશીઆરી રાખવી પડે છે. જેટલી તેમાં ગળી શકે એટલી પ્રટકડી નાંખેલા પાણીને સૌથી નીચે, ચોખ્ખા પાણીને સૌથી ઉપર અને જેટલી ખાંડ તેમાં ઓગળી શકે એટલી નાંખીને બિહસ્કિને વચ્ચે રાખો. એ ત્રણ પ્રવાહીઓ એક બીજાપર બરાબર તરે છે તેથી કોઈ પણ વસ્તુના કિરણ એ પ્રવાહીઓની સપાટીપર પડે છે કે તેમનું પરાવર્તન અને વક્રીભવન થઈ ત્રણ જૂદાં પ્રતિબિંબો જણાય છે; અને તેમાંનું વચલું ઉંધું જણાય છે.



પ્રકાશના પ્રયોગોની અતિરસમયતા.

ચોપાઈ.

પ્રકાશમાં જે અદ્ભુત ખેલ, પ્રતિબિંબમાં જે જે મેળ; વક્રીભવન તણો ચમકાર, નિરખી ઉપજે મોદ અપાર. ૧

પાછળ વર્ણવેલા વિષયોનો મુખ્ય આધાર દર્પણોમાં પ્રતિબિંબ કેવી રીતે પડે છે, પદાર્થોની અને દર્પણની જૂદી જૂદી ગોઠવણથી કેવા દેખાવો દેખાડી શકાય છે, તથા અનિયમિત પરાવર્તન અને વક્રીભવનથી કેવા દેખાવો અને ભ્રમો ઉત્પન્ન થાય છે એ બાબતપર રહેલો છે. પરંતુ પ્રકાશના વિષયમાં એવી ને એવી બીજી ઘણી બાબતો છે કે જે જાણવાની આપણને સહજ જ્ઞાનાસા થાય. પ્રથમ તો પ્રકાશ એ શી વસ્તુ છે, સૂર્યમાંથી પ્રકાશ આવે છે તે કેવો છે, તથા બીજા

જૂદા જૂદા કયા પદાર્થોમાંથી પ્રકાશ નીકળે છે, પારદર્શક અને અપારદર્શક પદાર્થો તે શું, તે વચ્ચે શો ભેદ રહેલો છે, પ્રકાશ એક ઠેકાણેથી બીજે ઠેકાણે કેવી ગતિથી જાય છે, સાફ સપાટીપર પડતાં પ્રકાશનાં કિરણોનું જે પરાવર્તન થાય છે તેના શા શા વિશેષ નિયમો છે, અંતર્ગોળ અને બાહ્યગોળ દર્પણોવડે કેવા પ્રતિબિંબો પડે છે, પ્રકાશનાં કિરણો હવાની જૂદી જૂદી ઘનતાવાળા (જડાઈના) થરોમાં પેસતાં કેવા વક્રભાવ પામે છે તથા તેથી કેવા વિલક્ષણ ભ્રમો ઉત્પન્ન થાય છે, કેવા કાચો વડો વસ્તુઓ-હોય તેનાથી-મોટી જ-ણાય છે, એવા કાચોનો વ્યવહારમાં દીવાદાંડીઓ બનાવવામાં તથા આનંદ આપવા માટે મેજીક લેનટર્ન વગેરે બનાવવામાં કેવી રીતે ઉપયોગ થાય છે, બીજાં કયાં કયાં યંત્રો પ્રકાશના પ્રયોગો કરવાને યોજવામાં આવ્યાં છે, આ બધું જાણવું વાંચનારને એટલું બધું રસમય અને આનંદજનક લાગે એવું છે કે જેનું વર્ણન કરવાની જરૂર નથી. પરંતુ વિદ્યાના અપાર વિસ્તારનું સર્વ જ્ઞાન એકજ ના'ના પુસ્તકમાં શી રીતે આપી દેવાય?! તેથી જ્ઞાસુની તૃપ્તિ અર્થે આ પુસ્તકની પરંપરા (આગળની પ્રભાઓ) કા'ડવી જરૂરની છે. આ સ્થળે જગાના સંકોચને લીધે આ વિષયમાંની જાણવા જેવી થોડી બાબતોનું વર્ણન દ્વિતીય પ્રભામાં આપીશું. કારણ કે હજી બીજી બાબતોપર થાડું વિવેચન કરવાનું છે એટલુંજ નહિ પણ બીજી વિદ્યાઓમાં જે આશ્ચર્યકારક અને નિત્યોપયોગી જ્ઞાન રહેલું છે, તેનો પણ સુજ્ઞ વાચકને સ્વાદ ચખાડવો જોઈએ.

રસાયન વિદ્યાની સામાન્ય માહિતી.

મોતીદામ છંદ.

ગણ્યાં જગમાં અડસઠ સુતત,
વળી સઉ તેહ તણા ગુણુ-સત્વ;
સંયોગ વિયોગ વિધાન પ્રકાર,
રસાયન શીખવી દે સઉ સાર. ૧

આપણી ભાષામાં બાવન અક્ષરો છે; એ અક્ષરો એક બીજા સાથે જૂદી જૂદી રીતે એકઠા થવાથી જૂદા જૂદા અર્થના લાખો શબ્દો બને છે. તેજ પ્રમાણે રસાયન વિદ્યાના શોધથી જણાયું છે કે આખી દુનિયામાં જણાતી જૂદી જૂદી સર્વ ચીજો જૂદા જૂદા શુદ્ધ પદાર્થોના વિવિધ પ્રમાણમાં એકઠા થવાથી બનેલી છે. જેમના પર ગમે તે ક્રિયા કે પ્રયોગ કરતાં છતાં તેમાંથી કોઈ જૂદી જાતનો કે જૂદા ગુણુધર્મવાળો પદાર્થ નીકળતો નથી એટલે કે જેનું પૃથક્કરણ થઈ શકતું નથી એવા પદાર્થને શુદ્ધ પદાર્થ કહીએ છીએ. પ્રખ્યાત રસાયનશાસ્ત્રી રોસ્કો સાહેબના મત પ્રમાણે આ દુનિયા પર એવા શુદ્ધ પદાર્થો માત્ર અડસઠ (૬૮) છે. જે પદાર્થનું પૃથક્કરણ કરતાં તેમાંથી બેકે વધારે જૂદા ગુણુધર્મવાળા પદાર્થો મળી આવે છે તે સંયોગી પદાર્થ કહેવાય છે. આ શુદ્ધ પદાર્થોના સ્વરૂપ, તેમના ગુણુ ધર્મ, તેમના પરસ્પર સંમેલનથી બનેલા પદાર્થો તથા તેમનાં ગુણુ ધર્મો અને શુદ્ધ પદાર્થોના સામાન્ય નિયમો તથા સંયોગી પદાર્થોના સંયોગના નિયમો વગેરે બાબતોનું વર્ણન રસાયનવિદ્યામાં કરવામાં આવે છે.

દાળ અને ચોખા જો એકઠા કરવામાં આવ્યા હોય તો તે આપણી નજરથી જણાય છે અને આપણે તેને એ મિશ્ર-

જુમાં જૂદા જૂદા બતાવી શકીએ છીએ. પરંતુ તાંબાના નાના નાના કટકા કરી તેમાં જરા ગંધક નાંખી તપાવીએ તો લાલ થઈ એક કાળો પદાર્થ ઉત્પન્ન થાય છે, એ સંયોગી પદાર્થમાં તાંબું કયું અને ગંધક કયું એ જણાતું નથી. આવા બીજા અસંખ્ય સંયોગી પદાર્થો છે કે જેનું પૃથક્કરણ કરવાથી બીજા પદાર્થો તેમાંથી જડે છે. પાણી એ પણ સંયોગી પદાર્થ છે, એમાંથી હાઈડ્રોજન અને ઓક્સિજન નામના બે વાયુ-રૂપ પદાર્થો મળી આવે છે. સાદું મીઠું કલોરીન નામના વાયુરૂપ પદાર્થ અને સોડીઅમ નામની ધાતુના સંયોગથી બનેલું છે. માટી ખાંડ, મીણ વગેરે બીજા અસંખ્ય સંયોગી પદાર્થો છે. જે શક્તિ કે આકર્ષણથી આ પ્રમાણે સંયોગી પદાર્થ બને છે તેને રસાયનાકર્ષણ કહે છે.

વળી અમુક પદાર્થ શુદ્ધ પદાર્થ છે કે જે ચાર શુદ્ધ પદાર્થોના સંયોગથી બનેલા છે તે તપાસવાની જૂદી જૂદી રીતો હોય છે. એ રીતોથી સંયોગી પદાર્થો કયા કયા શુદ્ધ પદાર્થોના અથવા કયા કયા સંયોગી પદાર્થોના બનેલા છે તે શોધી કાઢવામાં આવે છે. આ રીતોવડે કરવામાં આવતી શોધને પૃથક્કરણ કહે છે. દાખલા તરીકે, પાણીનું પૃથક્કરણ કરવામાં આવે છે ત્યારે તેમાંથી હાઈડ્રોજન અને ઓક્સિજન નામના બે વાયુરૂપ પદાર્થો મળી આવે છે; સિંદુરમાંથી પારો અને ગંધક એ બે પદાર્થો નીકળે છે, અને એ પ્રમાણે બીજા અસંખ્ય સંયોગી પદાર્થોમાંથી તેમાં રહેલા શુદ્ધ પદાર્થો જૂદા પાડી શકાય છે.

સંયોગી પદાર્થોમાં કયા કયા પદાર્થો છે તે તપાસવાની બીજી એક વિશેષ રીત પણ છે, જેને સંયોગીકરણ કહે છે. એ રીતથી જૂદા જૂદા પદાર્થોને અમુક પ્રમાણમાં મિશ્ર કરવામાં

આવે છે અને તેથી પેલો ધારેલો પદાર્થ અને છે એટલે ખાત્રી થાય છે કે તેજ પદાર્થોનો તે બનેલો છે.

ઉપર કહી ગયા કે રસાયન વિદ્યાના હાલના શોધથી બધા મળીને ૬૮ શુદ્ધ પદાર્થો છે એમ સિદ્ધ થયું છે. એ તત્વોમાંના થોડા ધન છે, થોડા પ્રવાહી છે અને થોડા વાયુરૂપ છે. એ બધાના રસાયનશાસ્ત્રીઓ બે ભાગ પાડે છે. ૧ ધાતુઓ, ૨ ધાતુઓ નહિ તેવા, પહેલા ભાગમાં, જસત, સીસું, તાંબુ, લોહું, સોનું, રૂપું વગેરે પડ ધાતુઓ છે; બીજામાં, ઓક્સિજન, હાઈડ્રોજન, નાઈટ્રોજન, ગંધક, ફોસ્ફરસ વગેરે મળી ૧૫ પદાર્થો છે.

આ વિદ્યાના અભ્યાસ પાછળ પોતાનું આખું આયુષ્ય જેમણે કા'ડયું છે એમાંના કેટલાક વિદ્વાનોનું એવું મત છે કે શુદ્ધ પદાર્થોની સંખ્યા જે હાલ અડસઠ માનવામાં આવે છે તે બધા વસ્તુતઃ ખરા શુદ્ધ પદાર્થો નથી, પણ તેમાંના ઘણા તો સંયોગી પદાર્થો છે. અને જો ખરાખરા સારા સાધનો વડે તેમાંના દરેકનું પૃથક્કરણ કરવામાં આવે તો જૂદા જૂદા પ્રમાણમાં એકત્ર થયેલા માત્ર એકજ શુદ્ધ પદાર્થના તેઓ બનેલા છે એમ જણાશે. આવા અભિપ્રાયપર આવવાનું કારણ એ છે કે યોગ્ય યુક્તિથી પારાનું પૃથક્કરણ કરી જોતાં એમ માલમ પડયું છે કે તે શુદ્ધ પદાર્થ નથી, પણ સોનું અને ચેલિયમ નામની ધાતુઓથી બનેલો સંયોગી પદાર્થ છે. એમ તેઓ જણાવે છે કે પૃથ્વીપરના માત્ર નહિ, પણ આખાં બ્રહ્માંડના સર્વ પદાર્થો-સજીવ નિર્જીવ સર્વ-એકજ પદાર્થના બનેલા છે. થોડા સમયમાં પ્રયોગોવડે એ વાતની ખાતરી કરી આપવામાં આવશે એવી પણ આશા રાખવામાં આવે છે.

આ પ્રમાણે શુદ્ધ પદાર્થ અથવા મૂળ તત્વ એકજ છે એમ રસાયન વિદ્યાથી સિદ્ધ થાય તો આર્ય શાસ્ત્રકારો અને તત્ત્વવેત્તાઓનો સિદ્ધાન્ત પાશ્ચાત્ય વિદ્યાની હાલની પદ્ધતિથી પણ ખરો ઠયો એમ ગણાય.

પદાર્થોની ત્રણ પ્રકારની સ્થિતિ.

સોરઠા.

મનની સ્થિતિ ત્રણ જેમ, તમ, રજ, સત્વરુપે કહી;

પદાર્થની પણ તેમ, ધન, પ્રવાહિ, ને વાયુરુપ. ૧

સઘળા પદાર્થો પોતપોતાના દેખીતા ગુણોપરથી ત્રણ ભાગમાં વહેંચાઈ જાય છે.

કેટલાક પદાર્થો જેવા કે લાકડાં, પથ્થરો, ધાતુઓ, વગેરે એવા સખત હોય છે કે તેમનો જે આકાર સ્વાભાવિક હોય છે તે સહજમાં બદલી શકાતો નથી. આ ધન પદાર્થો કહેવાય છે.

કેટલાક પદાર્થો જેવા કે પાણી, તેલ, પારો ઇત્યાદિ ખીલકુલ કઠણ હોતા નથી તથા તેમને પોતાનો ખાસ આકાર પણ હોતો નથી. જે પાત્રમાં તેમને નાંખવામાં આવે છે તેના જેવો આકાર તેઓ ધારણ કરી લે છે. પરંતુ તેઓ દાખી શકાય એવા હોતા નથી. કોઈ પણ પદાર્થ તેમાં બુડાડવામાં આવે છે ત્યારે તેઓ જરા પણ પ્રતિરોધ જણાવતા નથી અથવા જણાવે છે તો ઘણો થોડો. આ પદાર્થોને પ્રવાહી પદાર્થો કહે છે.

વાયુરુપ પદાર્થો જેવા કે હાઇડ્રોજન, ઓક્સિજન, કાર્બોનિક એસિડ એ સઘળા હવા જેવા અને ઘણાજ હલકા હોય

છે તથા તેમાંના ઘણાખરા અદૃશ્ય (ન દેખાય એવા) હોય છે. અને તેથીજ સામાન્ય રીતે કહેવાતા ‘ખાલી’ વાસણમાં હવા છે એમ આપણને જણાતું નથી. તથા તેજ પ્રમાણે જે વાસણોમાં આ હાઇડ્રોજન વગેરે વાયુરૂપ પદાર્થો હોય છે તે ખાલી સરખા લાગેછે. પ્રવાહી પદાર્થની પેઠે તેમને પણ પોતાનો ચોક્કસ આકાર હોતો નથી. પરંતુ તેઓ સંપીડ્ય (દબાય એવા) છે, આ પદાર્થોને વાયુરૂપ પદાર્થો કહેવામાં આવે છે.

આવા જૂદા જૂદા રૂપમાં એકજ વસ્તુને આપણે જોઈ શકીએ છીએ. પાણી ઠરી જઈ તેનું ખરૂં થાય છે ત્યારે વસ્તુરૂપે તે પાણીજ છે, છતાં પાણી પેઠે પ્રવાહી નથી પણ ઘન છે, તથા એજ પાણી ઉકળેથી તેની વરાળ થાય છે, જે વાયુરૂપ હોય છે. આ પ્રમાણે ગંધક આયોડીન અને કેટલીક ધાતુઓ જેવી કે પારો અને જસત પણ ત્રણે રૂપમાં હોઈ શકે છે.



સામાન્ય અને રાસાયનિક બંનાવો વચ્ચે ભેદ.

ઘંટનો અવાજ કે પથ્થરનું પડવું એ સામાન્ય વ્યતિકર (બનાવ) છે. તેમજ પાણી ઠરીને ખરૂં થવું, કે તેજ ખરૂં થવું ગરમીથી પીગળીને પાણી થવું એ પણ સામાન્ય વ્યતિકર છે. કારણ કે અવાજ થવામાં ઘંટના સ્વરૂપમાં કંઈ ફેરફાર થતો નથી, તથા પથ્થરના પડવાથી તેના સ્વરૂપમાં કંઈ ફેરફાર થતો નથી, તેમજ પાણી ઠરીને ખરૂં થાય છે અને પાણું પાણી થાય છે ત્યારે તેના ગુણો પૂર્વે જેવા હતા તેવાજ છે; અને તેનું માપ પણ લગભગ તેનું તેજ છે. એ પ્રમાણે કાચનું

પદાર્થોના ઝીણામાં ઝીણા કેટલા ભાગ થઈ શકે? ૧૧૬

વાસણ ભોંયપર પડીને ફૂટી જાય તો તેનું પડવું અને ભાંગવું એ પણ સામાન્ય વ્યતિકર ગણાય છે, કારણ કે દરેક કકડામાં રહેલી વસ્તુ તેની તેજ છે કંઈ બદલાઈ નથી.

પરંતુ જ્યારે લાકડું કે કોલસો બળે છે ત્યારે તેમાં રહેલી વસ્તુનો તદ્દન ફેરફાર થઈ જાય છે. એમાં રહેલા જૂઠા જૂઠા પદાર્થો છૂટા પડી જાય છે અને તેમાંનો એક હુવામાં ભળી જાય છે અને બીજો રાખના રૂપમાં પાછળ પડ્યો રહે છે. ટુંકામાં અમુક જાતનો એક પદાર્થ હોતો તે અદૃશ્ય થઈ ગયો છે અને તેને બદલે તદ્દન બીજી જાતના એટલે જૂઠા ગુણધર્મવાળા પદાર્થો બન્યા છે. આથી લાકડા કે કોલસાના બળવાને રાસાયનિક વ્યતિકર કહેવામાં આવે છે.

પદાર્થોના ઝીણામાં ઝીણા કેટલા ભાગ થઈ શકે? અસંખ્ય.

તોટક છંદ.

બનતાં બહુ ભાગ પદાર્થ તણા, ગણિ તે ન શકાય જણાય ધણા;
પરમાણુ થતાં ન ભગાય જરી, પદ સૂક્ષ્મ મળ્યે જન રે'જ હરી. ૧

સાધારણ રીતે આપણે કોઈ ઝીણી વસ્તુ લઈએ અને તેના વધારેમાં વધારે કેટલા કકડા થઈ શકશે તેનો વિચાર કરીએ તો આપણને લાગશે કે તેના બે ચારથી વધારે ભાગ થઈ શકશે નહિ. જો કોઈ વિદ્વાન આપણને એમ કહે છે કે ઝીણી વસ્તુના પણ અસંખ્ય વિભાગો કરી શકાય છે તો આપણને અચંબો લાગે છે અને તેને પૂછીએ છીએ કે, કોઈ પણ એવા

દાખલા બતાવશો ? તો તે કહે છે કે હા, તમને સાધારણ રીતે સમજણ પડે એવા જ દાખલા બતાવીશ.

મીં બોઈલ નામનો એક વિદ્વાન જણાવે છે કે ૨ $\frac{1}{2}$ ટ્રેન રેશમને કાંતીને ત્રણસો વાર લાંબો તાંતણો બનાવવામાં આવ્યો હતો. એક શેર રૂપું જે ૫૭૬૦ ટ્રેનની બરોબર છે તેમાં એક ટ્રેન સોનું પીગળાવીએ તો તે એક ટ્રેન સોનું તે બધા રૂપામાં બરાબર પસરી જાય છે. તેની ખાત્રી કરવાને જો તે મિશ્રણમાંથી એક ટ્રેન જેટલું લઈ તેને એક જાતની દવા, જે સોનાને રૂપાથી બુદ્ધ પાડી નાખે છે તેમાં નાંખશો તો તરત જ તેમાં રહેલું રૂપું અને સોનું બુદ્ધ પડી જશે. જ્યારે આખા મિશ્રણમાં એક ટ્રેન સોનું છે ત્યારે એક ટ્રેન જેટલા મિશ્રણમાં સોનાના એક ટ્રેનનો કેટલામો ભાગ રહેલો હશે વારુ ? અલબત્ત $\frac{1}{૫૭૬૧}$. આ પરથી એટલું તો સાબીત થાય છે કે એક ટ્રેન સોનાના ૫૭૬૧ વિભાગો થયા છે; અને તે પણ સાદી નજરથી દેખાઈ શકે છે.

વળી વરખ બનાવનારાઓ એક ટ્રેન જેટલા સોનામાંથી ૫૦ ચોરસ ઇંચ જેટલો વરખ બનાવે છે, અને એ વરખના ૫૦૦૦૦૦ કકડાતો આપણે સામાન્ય કાળજીથી કરી શકીએ; અને તે વળી નજરે જોઈ શકાય તેવા. વળી સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રથી જોઈએ તો આ દરેક કકડાનો ૧૦૦ મો ભાગ પણ બરાબર જણાય. ત્યારે હવે ધ્યાનમાં રાખો કે એક ટ્રેન સોનાના આપણે પાંચ કરોડ (૫૦૦૦૦૦૦૦) ભાગ કરી શકીએ છીએ.

વળી તમને સૌથી વધારે જાણીતો પરંતુ તમારા ધ્યાનમાં હજી સુધી નહીં આવેલો એવો દાખલો બતાવીએ. ધારો કે એક શેર પાણીમાં તમે ચપટી ખાંડ નાંખી છે,

પદાર્થોના ઝીણામાં ઝીણા કેટલા ભાગ થઈ શકે ? ૧૨૧

અને તેના ગળી જવાથી બધા પાણીમાં ગળપણ આવ્યું છે. ત્યારે હવે વિચારો કે તમારી નાંખેલી ખાંડના ઝીણા કણોના દરેકના કેટકેટલા ઝીણા વિભાગો થઈ ગયા હશે કે જેથી પાણીના દરેક અણુની સાથે અડેકો ભાગ જોડાઈ તેને ગળપણ આપતો હશે ? આનું ઉત્તર આપવું તદ્દન અશક્ય છે. કારણ કે આપણી કલ્પનાશક્તિ પણ વિચાર કરતાં અટકી પડે છે. શેર પાણીનાં ઝીણાં ટીપાં કેટલાં બધાં થાય અને તેમાં પ્રત્યેકમાં કેટલા કેટલા ઝીણા અણુઓ રહેલા હોય તેની શું કલ્પના કરીએ ? વળી પેલી ચપટી ખાંડના થોડા કણોમાંના પાણીના અણુઓ જેટલા ભાગો થઈ ગયા હશે એટલે દરેક ભાગ કેટલો હોય તેનો ખ્યાલ જ આવતો નથી. વિભાગ કરવાની આ રીતને રાસાયનિક રીત કહે છે. આ રાસાયનિક વિભાજન રીતિએ પદાર્થના એટલાં બધાં ઝીણા ઝીણા વિભાગો થઈ શકે છે કે તેનો અવધિ કયાં હશે તે સમજાતું નથી.

ઉપર સોનાના વરખના ઝીણા કકડા કરવાની જે રીત વર્ણવી છે તેને યાંત્રિક વિભાજન રીતિ કહે છે. એ રીતથી પદાર્થના વિભાગો થતાં થતાં એવો અવધિ આવે છે કે જેની અગાડી તે પદાર્થના વધારે વિભાગો થઈ શકે નહિ એમ મનાય છે.

વળી વધારે આશ્ચર્યની વાત તો એ છે કે મનુષ્યોએ શોધી કાઢેલી ઉપર વર્ણવેલી રીતિવડે પદાર્થોના આવા અત્યંત ઝીણા વિભાગો થઈ શકે છે એમ નથી પણ સૃષ્ટિમાં સ્વભાવ સત્તાના નિયમથી આના કરતાં પણ વધારે અબ્બ-ચબી પમાડે એવા દાખલાઓ મળી આવે છે.

જ્યારે જ્યારે પવનની સાથે કંઈ વાસ આવે છે ત્યારે જે પદાર્થની વાસ હોય તેના રજકણ તેમાં હોય છે. વાસ

આપનારા પદાર્થો જેવા કે કપૂર, કસ્તુરી, હીંગ, વિગેરેના ઝીણામાં ઝીણા રજકણો કેટલા નાના કદના હશે તે સમજમાં પણ આવી શકતું નથી, કારણ કે વર્ષોનાં વર્ષો સૂધી ઘણી મોટી જગ્યાના પવનને પોતાની વાસ આપતાં છતાં તેમના વજનમાં બળવા જેવો કંઈ ઘટાડો થતો નથી.

વળી જેઓએ સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રથી તપાસી જોયું છે તેઓ કહે છે કે એક પ્રકારનાં માછલાનાં વીર્યમાં એટલા જંતુઓ છે કે આખી દુનિયાપર વસતાં માણસોની સંખ્યા પણ તેના જેટલી નથી. તથા રેતીનો એક કણ તેવા દશ જંતુઓથી પણ મોટો હોય છે. હવે આપણે કલ્પના કરે કે આ ઝીણા જંતુઓનાં શરીરનાં આણુઓ કેટલા ઝીણા હોવા જોઈએ!! ખરેખર, આ તો કલ્પનામાં પણ આવી શકતું કઠીણ છે. એક દશાંશ ઇંચના વ્યાસવાળો ગોલક પૃથ્વીના ગોલકથી જેટલા પ્રમાણમાં નાનો છે, તેટલા પ્રમાણમાં પેલા જંતુના લોહીમાં રહેલો ગોલક તેનાથી નાનો છે!! અને જ્યારે વળી આ આણુઓને પ્રકાશના આણુઓ સાથે સરખાવીએ છીએ ત્યારે તો જેમ પહાડ આગળ રેતીના કણોનું કદ હોય તેમ આ આણુઓ આગળ પ્રકાશના આણુઓ નાનાં પડી જાય છે. એટલે તે તો કલ્પનાની બહાર જ છે!

વળી એક ખીલે દાખલો આપીએ છીએ, અને તેનું ગણિત વાંચનારને જ કરવાનું સોંપીએ છીએ. કેપ્ટન સ્કોર્સબી પોતાની ગ્રીનલેન્ડના સમુદ્રની મુસાફરીનું વર્ણન કરતાં લખે છે કે સન ૧૮૧૮ ના જુલાઈ માસમાં એનું વહાણ જે ઠેકાણે દરિયામાં ચાલતું હતું ત્યાં કેટલાક દિવસસુધી પાણીનો દેખાવ વિચિત્ર જણાતો હતો. પાણીની સપાટીપર પીળાશ પડતો લીલો રંગ મારતો હતો. શોધ કરતાં એમ જણાયું કે,

તેમાં ઝીણા જંતુઓ છે. તેણે પાણીના એક ટીપાને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રમાં તપાસી જોયું તો તેમાં લગલગ પચીસ હજાર એવાં જીવડાંઓ જણાયાં. ત્યારે એક પવાલું ભરીને એવું પાણી લીધું હોય તો તેમાં કેટલાં થાય તથા એવા ઝીણા જંતુના અવયવોના અણુઓ કેવા ઝીણા હોવા જોઈએ તેનો વિચાર કરો !!

આ'વા ને આ'વા અસંખ્ય દાખલાઓ વિદ્યાના પ્રયોગથી જડેલા છે. તે બધા કંઈ અત્ર આપી શકાય નહિ, તેથી તથા આટલા દાખલાથી જ વાંચનારની ખાત્રી થઈ હશે, એમ સમજી હવે વિશેષ આપતા નથી.

ત્યારે સવાલ એ થાય છે કે પદાર્થોના ઝીણામાં ઝીણા ભાગ આમ ને આમ કયાં સુધી થયા કરતા હશે, કોઈ પણ એવી હદ આવતી હશે કે નહિ કે જ્યાંથી પછી અગાડી તેના વિભાગ થઈ શકે જ નહિ? સામાન્ય રીતે આનું ઉત્તર એજ કે એવી કોઈ પણ હદ તો હોવી જોઈએ પણ તે હદ આવી રહે ત્યારે પદાર્થ કેટલો ઝીણો થતો હશે તેની કલ્પના થઈ શકતી નથી. રસાયનવિદ્યાના અભ્યાસીઓએ એમ ઠેરવ્યું છે કે એવી હદ દરેક પદાર્થને છે કે જેનાથી વધારે વિભાગ તે વસ્તુના થઈ શકે નહિ એમ માનવું જરૂરનું છે, અને એવી હદ પર આવેલાં ઝીણામાં ઝીણા ભાગને તેઓ પરમાણુ સંજ્ઞા આપે છે. પરમાણુ કહેવાનું કારણ એટલું જ કે એ શબ્દ પરમ + અણુ એજે શબ્દનો બનેલો છે. તેમાં પરમ શબ્દનો અર્થ છેલ્લો અને અણુ એટલે ઝીણા ભાગ થાય છે; આથી પરમાણુ એટલે એવો છેલ્લો ઝીણામાં ઝીણા ભાગ કે જેનો કોઈ પણ રીતે વિભાગ થઈ શકે નહિ. આથી વિદ્વાનોએ પદાર્થના ઝીણામાં ઝીણા વિભાગની ધારેલી ચોક્કસ હદને પહોંચતાં જે અવિભાજ્ય (કોઈ પણ પ્રકારે વિભાગ થઈ ન શકે એવો) પદાર્થ રહેવો જોઈએ તેને આપેલી પરમાણુ સંજ્ઞા બરાબર છે.

ધ્વનિ (અવાજ).

સોપાઈ.

વાયે ઊડી જાયે વાત, એ કે'વત તો છે પ્રખ્યાત;
શાસ્ત્ર વિચારે સાચી પડી, વાંચી વિષય જૂઓ આ ઘડી. ૧

સાંભળવાને અને જૂદી જૂદી જાતના અવાજો પારખવાને પરમેશ્વરે માણસને કાન આપ્યા છે. કાન અતિ ઉપયોગી ઇન્દ્રિય છે. આપણા બાળપણની શરૂઆતથી આ ઇન્દ્રિયદ્વારા જેટલું શીખીએ છીએ, તેટલું બીજી કોઈથી શીખતા નથી. જન્મથી બહેરાં માણસો મુગાં પણ હોય છે; તેમ થવામાં તેઓનાં વાણીસ્થાનમાંના અંગોમાં કંઈ ખીગાડ કારણ નથી, પરંતુ સાંભળવાની શક્તિના અભાવને લીધે તેમને વાચા આવતી નથી. આ ઉપરથી આપણે કાનના કેટલા આભારી છીએ તે સમજાય છે. સ્વર અથવા અવાજ એ પરસ્પરના વ્યવહારનું મૂખ્ય સાધન છે, એટલુંજ નહિ પરંતુ આપણી જરૂરીઆતો પૂરી પાડવામાં અને આનંદ આપવામાં તે મદદ કરે છે. પશુઓના ખોંખારા, જીવડાઓનો ગણગણાટ, પક્ષીઓનાં ગીત અને એવા અનેક આનંદદાયી સ્વરો, જે ગ્રામ્ય દેખાવોની ખુબીમાં ઉમેરો કરે છે તે સાંભળતી વખતે અથવા તો નિયમિત સ્વરયુક્ત નીકળતા અવાજો સાંભળતા હોઈએ ત્યારે તો આપણે જરૂર કબુલ કરવું પડે છે કે શ્રોત્રેન્દ્રિય (કાન)વડે આપણને ઘણો આનંદ મળે છે અને લાભ થાય છે. ત્યારે ધ્વનિનું (અવાજનું) સ્વરૂપ અને સ્વભાવના નિયમો સાથેનો તેનો સંબંધ જાણવા શું અવશ્યના નથી?

અવાજ એ શું છે?—હવાનું થયેલું હલનચલન જ્યારે કાનમાં આવી અથડાય છે ત્યારે કંઈ અવાજ સાંભળીએ

છીએ એમ આપણે કહીએ છીએ. પણ તમે એમ ન ધારતા કે અવાજ માત્ર હવામાં જ ચાલી શકે છે. પ્રવાહી અને ઘન પદાર્થોમાં પણ અવાજ ગતિ કરી શકે છે. પાણીનાં મોટાં ભૂંગળાઓમાં એક નાકે થતો અવાજ પાણીમાંથી તેમજ ભૂંગળાના પદાર્થોમાંથી આવતો સંભળાય છે, એમ અવારનવાર ભૂંગળાપર અને પાણી પાસે કાન રાખી ખાત્રી કરી જોવામાં આવી છે. લાંબા બીમના પાટકાના એક નાકાપર કાન મૂકી છાંડીએ છીએ તો બીજે નાકે જરા ટાંકણીનો ઘસારો લાગે તો તે પણ ખબર પડે છે. આવેથી દોડતા આવતા ઘોડાનાં પગલાંનો અવાજ, જમીનપર કાન રાખી સુતેલા માણસને જમીન મારફત જેટલો જલદી સંભળાય છે તેટલો જલદી હવામાં સંભળાતો નથી. આ બાબતનો ચોર લોકો એવો તો ઉપયોગ કરે છે અને તેમના કાન એ કામ માટે એવા તો ટેવાઈ ગયેલા હોય છે કે તેઓ કોઈ ઠેકાણે નિરાંતે સુતેલા હોય, તોપણ તેમની શોધ માટે નીકળેલા ઘોડેસ્વારો પાછળ આવી પહોંચ્યાની ખબર તેઓ ઘણું આગે હોય અને દેખાતા પણ ન હોય ત્યાર પેહેલાં જમીનમાંથી આવતા અવાજથી તેમને પડી જાય છે, અને આ રીતે ના'સી છૂટવાની કે સંતાઈ જવાની તેમને તક મળે છે.

ઘન પદાર્થો વાટે અવાજ ચાલી શકે છે; અને તે વળી હવામાં ચાલે છે તેથી વહેલો ચાલે છે, એ સાબીત કરવાને એક પ્રયોગ કરી શકાય એમ છે. એકાદ લાંબી મોટી ભીંત હોય તેના એક નાકાપર એક કાન મૂકો અને બીજે નાકે એક હથેડો ભીંતપર એકજ વાર ઠોકવાનું કોઈને કહો. જેવો તે ભીંતપર ઠોકશે કે તરતજ તેનો ધડાકો પેલા તમારા ભીંતપર મૂકેલા કાનમાં સંભળાશે એટલુંજ નહિ પણ તમારા

બીજા કાનમાં હવાની વાટે આવતો એજ ધડાકાનો અવાજ પાછો સંભળાશે. આ પ્રમાણે એક ઠોકાના બે અવાજ જૂદે જૂદે રસ્તે કાનમાં આવી પડે છે.

કેટલાક પદાર્થો જેવા કે ઘંટ, નગારું, વાજાં વગેરે બીજાના કરતાં વધારે મંજુલ (અવાજ કરનારા) હોય છે. એટલે તેમની મજબૂતી અને સ્થિતિસ્થાપકતાને લીધે તેઓ વધારે સહેલાઈથી ધ્વનિ ઉત્પન્ન કરી શકે છે. એવા પદાર્થોમાંથી નીકળતો ધ્વનિ ચોખ્ખો સાફ, નિયમિત અને વધારેવાર પહોંચે એવો હોય છે. વળી જેમ કોઈ પણ વસ્તુની બાબત કંપ પામવાને વધારે સ્વતંત્ર હોય છે તેમ તેમાં થતો અવાજ વધારે મજબૂત થાય છે. દાખલા તરીકે એક સાધારણ કાચના ખ્યાલાને મેજ ઉપર ઉઠે મૂકે અને આંગળીના નખથી કે પેનસીલથી તેને ટકોરો તો બહુજ ધીમે અવાજ તેમાંથી નીકળતો તમને જણાશે. પરંતુ જો તેને મેજ પર ચત્તો મૂકી ટકોરશો, તો એની બાબતો વધારે ઘૂટથી કંપ પામી શકશે, અને તેમાંથી ચોખ્ખો ઘંટ જેવો અવાજ નીકળશે.

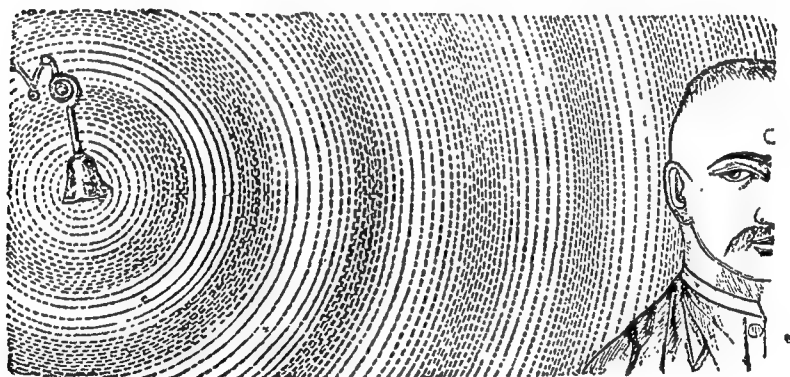
આ ઉપરથી તમારી ખાત્રી થઈ હશે કે આપણે જે જે અવાજો કાન મારફત સંભળીએ છીએ તે સર્વ-ઝીણામાં ઝીણા અવાજથી તે મો'ટામાં મો'ટા ગંદુકના ધડાકા કે વિજળીના કડાકા સુધીના અવાજો-ઘન, પ્રવાહી અને વાયુરૂપ એમ ત્રણે પ્રકારના પદાર્થોમાં ઉત્પન્ન થઈ શકે છે; અને એ પદાર્થોમાં પોતાની ઉત્પત્તિથી દૂર સુધી પહોંચી શકે છે. તેમજ એ પદાર્થોમાંથી આવતો અવાજ તેની પાસે કાન રાખવાથી આપણે સંભળી શકીએ છીએ. વળી ઘન અને પ્રવાહી પદાર્થોમાં અમુક અંતર કાપતાં અવાજને જેટલીવાર

લાગે છે તેના કરતાં વાયુરુપ પદાર્થોમાં, તેટલુંજ અંતર ચાલતાં વધારે વાર લાગે છે. ધ્વનિ અથવા અવાજના વેગ ઉપર યોદતી વખતે આ બાબત વિષે આપણે વધારે ખુલાશો કરીશું.

જૂદી જૂદી જાતના પદાર્થોમાંથી આવતા અવાજો જે ઠેકાણેથી તેઓ ઉત્પન્ન થાય છે ત્યાંથી, તે આપણને તેમનું જ્ઞાન થાય છે ત્યાં સુધીમાં તેની કેવા પ્રકારની સ્થિતિ હોય છે તે જાણવાની હવે તમને સ્વાભાવિક જુજાસા થઈ હશે. કોઈ પણ પદાર્થમાં કંપ થાય છે, એટલે તેના અણુઓમાં સ્વાભાવિક ગતિ થાય છે, એ તો આપણે જાણીએ છીએ. આ ગતિ તે પદાર્થોના અણુઓ પાસે રહેલી હવાના અણુઓને ગતિમાં મૂકે છે જે અણુઓ પાસેના બીજા અણુઓને ગતિમાં મૂકે છે. એમ થતાં થતાં કાનમાં રહેલી હવા ગતિમાન થાય છે અને કાનની અંદર જ્ઞાનતંતુને અથડાય છે એટલે આપણને મગજમાં જ્ઞાન થાય છે કે અમુક અવાજ સાંભળ્યો. આ પ્રમાણેની હવામાં થતી ગતિ એજ શબ્દ છે. આ અવાજની ગતિ હવામાં કેવી હોય છે તેની કંઈ તમે કલ્પના કરી શકો છો? દરીયામાં પાણીનાં મોજાં ચાલ્યાં આવતાં તો તમે ઘણીવાર જોયાં હશે. એક માઈલપરથી એક મોજાં ચાલ્યું આવતું જણાય છે. પરંતુ એટલું આવેતું પાણી કંઈ પાસે આવ્યું નથી એમ તમારા લક્ષમાં આવ્યું હશે. એક પ્રકારની ગતિ આવેના પાણીમાં હતી તે તેની પાસેનામાં પછી તેની પાસેનામાં એમ કરતાં કરતાં કિનારાની પાસેના પાણી સુધી ચાલી આવી. ધ્વનિની ગતિ હવામાં ઘણીખરી એવીજ રીતની હોય છે. અને તેથી એ ગતિને ધ્વનિતરંગો અથવા અવાજના મોજાં કહેવામાં આવે છે. જેઓએ દરિયાનાં મોજાં લક્ષપૂર્વક નહિ જોયાં હોય તેઓએ કદાચ ઘઉંના ખેતરપર

પવનનો અપાટો આવે ત્યારે જે દેખાવ થાય છે તે જોયો હુશે. તે વળતે દરિયાનાં મોજાં જેવોજ દેખાવ થાય છે. જેવો પવનનો અપાટો આવે છે તેવો દરેક છોડ માત્ર વાંકો વળી જાય છે અને પાછો તરત ઉઠે છે. એ છોડ જેવો પાછો ઉઠતો હોય છે તે વળતે પેલા પવનના અપાટાના બળથી તેની આગળનો છોડ વાંકો વળી નમતો હોય છે, વળી તે ઉઠવાની તૈયારી કરે છે કે તેની આગળનો વળતો હોય છે એમ આગળ ને આગળ થયા કરે છે. આ પ્રકારની ગતિમાં એટલું તો ખુલ્લુંજ છે કે દરેક છોડનો ઉપલો લાગ માત્ર વાંકો વળી પાછો ઉંચો થઈ આમ તેમ હાલે છે, કંઈ પોતાની જગા છોડી આગળ ચાલતો નથી, પરંતુ જેમ જેમ પવનનો અપાટો આગળ આગળ વધતો જાય છે તેમ તેમ પેલા આગળ આગળના છોડવાઓ પણ એ પ્રમાણે નીચા વળે છે અને પવનનો અપાટો તેમનાથી અંગાડી નીકળી ગયે પાછા ઉંચા થઈ જાય છે. સઘળા છોડો એક પછી એક નિયમિત ગતિ કરે છે અને તેથી દરિયાનાં મોજાંને આજેહુબ મળતો આ દેખાવ થાય છે. આ દાખલાઓથી તમારી ખાત્રી થઈ હશે કે કોઈ ઘન, પ્રવાહી કે વાયુરૂપ પદાર્થમાં ઘસારાથી કે ઠોકારથી કે એવી બીજી કોઈ રીતે ઉત્પન્ન થતો અવાજ, તે પદાર્થના અણુઓમાં એકથી બીજાને અને બીજાથી ત્રીજાને એમ છેડા સુધી લાગતી મોજાં જેવી ગતિ છે. પવનના અપાટાથી નીચા ઉંચા થતા છોડવાની તરંગરૂપ ગતિ અને દરિયાના મોજાંનું સ્વરૂપ એ બે દાખલા અવાજ એક સ્થળેથી બીજે સ્થળે કેવી રીતે પહોંચે છે તે સમજાવવાને માત્ર આપ્યા છે પરંતુ અવાજની ગતિમાં અને આ બેમાં એક ફેર છે; તે એ છે કે ખેતરપરના પવનના અપાટાની

ગતિ અને આ મોજાની ગતિ માત્ર એકજ દિશા તરફની હોય છે, જ્યારે અવાજની ગતિ પોતાની ઉત્પત્તિથી સઘળી દિશા તરફ હોય છે. આ કારણથી અવાજની ગતિનું વધારે સાફ ઉદાહરણ તળાવમાં કે એવાજ કોઈ અંધેલા જળાશયમાં કાંકરો નાંખવાથી થતા એક એકથી મોટા કુંડાળા અથવા લહેરોથી મળે છે. કારણ કે જે સ્થળે કાંકરો પાણીમાં પડ્યો તે સ્થળથી ચારે દિશાએ આ ગતિ પ્રસરે છે અને તે આપણને નાનાંથી મોટાં મોટાં થતાં કુંડાળાથી માલમ પડે છે. અવાજ પણ આજ પ્રમાણે પોતાની ઉત્પત્તિથી ચારે બાજુએ પ્રસરે છે. પાસેના ચિત્રમાં હવામાં અવાજની ગતિ કેવી રીતે થાય છે તે બતાવ્યું છે. બારીકીથી જોશો



ચિત્ર ૨૫ મું. અવાજની લહરિઓ.

તો આ કુંડાળા કરતાં પણ અવાજના પ્રસારમાં સહજ ફેર છે જે તરત જણાય એવો છે. જ્યારે કુંડાળા માત્ર એક અમુક સપાટીપરજ થાય છે, ત્યારે અવાજના તરંગો ઉંચે તેમજ નીચે અર્થાત્ દશે દિશામાં એકી વખતે પ્રસરે છે.

ધ્વનિનો વેગ.

દાહરો,

ક્રિયા કરો પણ કાર્ય ફળ,—માટે રાખો ધીર;
શબ્દ પવન—અથ્થે ચ'ડે, પણ સમય લિયે વીર. ૧

ધ્વનિને તેની ઉત્પત્તિના સ્થાનથી કાન સુધી આવતાં કંઈક વખત લાગે છે એમ કોઈને પણ લાગ્યા વિના રહ્યું નહિ હોય. દૂર મુકેલી તોપનો પ્રકાશ અને ધૂમાડાનો ગોટો, એનો ધીમે ધડાકો કાનને સંભળાય તે પેહેલાં, આપણે ભેંધ શકીએ છીએ. કારીગરનો હથોડો એરણુપર નિઃશબ્દ પડતો હોય એમ આપણને લાગે છે. કારણ કે તેનો ધબાકો (ઠાકો) ફરીથી હથોડો ઉંચો થાય છે ત્યારે કાનને પહોંચે છે. મેઘગર્જના અને વિજળીનો ચમકારો ભેં કે એકજ વખતે થાય છે તોપણ ઝંખવી નાંખતો પ્રકાશનો ચમકારો થોડી સેકન્ડો પેહેલાં થયો હોય એમ લાગે છે; એ આ વ્યતિકર(બનાવ)નું સામાન્ય ઉદાહરણ છે. પણ કદાચ અવાજના આ ગુણનું સૌથી વધારે અસરકારક ઉદાહરણ વાદ્યંત્ર વગાડનારી યોદ્ધાઓની ચાલતી લાંબી ટુકડીઓમાંની આગળની હારમાં જણાય છે; ભેં કે પ્રત્યેક માણસ વાદ્યંત્રનો અવાજ સંભળાય તેજ વખતે તેને અનુકૂળ પગલાં મૂકે છે, તો પણ બેન્ડથી દૂરનાં માણસો આગળની હારના કરતાં બૂદેજ પગલે ચાલતા જણાય છે. વાદ્યંત્ર પ્રમાણે ધરાધર સમય સાચવનાર માત્ર વાદ્યંત્રના વગાડનારાજ હોઈ શકે છે; કારણ કે તેઓજ માત્ર ગાયનને તેની ઉત્પત્તિની દ્વારે સાંભળી શકે છે.

ધ્વનિનો વેગ શોધી કા'ડવા માટે પ્રયોગો કરવાનું કામ ઈ. સ. ૧૮૨૨ માં એક ફ્રેંચ મંડળને સોંપવામાં આવ્યું હતું.

પારીસની પાસેની જે ટેકરીઓ, પસંદ કરી ખનને સ્થળે એકેક તોપ મૂકવામાં આવી હતી. તોપનો ગળકારો (પ્રકાશ) જણાયો અને ધડાકો સંભળાયો એ જેની વચ્ચેનો સમય નોંધીને તથા અવાજને ચાલવું પડ્યું તે અંતરનું પ્રમાણ લઈને એ શોધકોએ ધ્વનિનો વેગ દર સેકન્ડે ૧૧૧૮ ફીટ જેટલો નક્કી કર્યો છે. હવાની ઉષ્ણતાના પ્રમાણમાં અવાજના વેગમાં ફેર પડે છે. સામાન્ય રીતે હવામાં અવાજનો વેગ દર સેકન્ડે ૧૧૨૫ ફીટ જેટલો ગણાય છે, જૂઠાં જૂઠાં મધ્યસ્થ પદાર્થોમાં ધ્વનિનો વેગ જૂઠો જૂઠો હોય છે. કેટલાક ઘન પદાર્થોમાં અવાજ દર સેકન્ડે ૧૭૦૦૦ ફીટ જેટલા વેગથી ચાલે છે, અને કેટલાકમાં તેનાથી $\frac{1}{3}$ જેટલો વેગ હોય છે. પાણીમાં શબ્દનો વેગ દર સેકન્ડે ૪૭૦૦ ફીટ જેટલો હોય છે. હવામાં એનો વેગ બહુ ઓછો છે. ઠંડીના દિવસોમાં તો માત્ર ૧૦૬૦ ફીટ જેટલો હોય છે. પરંતુ ગરમ હવામાં અવાજ ૧૧૪૦ ફીટ જેટલો ચાલે છે.



વાયુશૂન્ય જગામાં અવાજનો અભાવ.

ઉપજાતિ છંદ.

હવા વિના શબ્દતણો અભાવ, શરીરમાં તાદ્દશ છે બનાવ;
જે દેહમાંથી અળપાય પ્રાણ, તો બોલવાનું ટળિયું પ્રમાણ.

ઘન, પ્રવાહી અને વાયુરૂપ સર્વ પદાર્થો પોતાનામાં અવાજની ગતિ થવા દેવાને શક્તિમાન છે એ તો આપણે જાણ્યું. પરંતુ તેની સાથે એ પણ ધ્યાનમાં રાખવું જરૂરનું છે કે અવાજને તેની ઉત્પત્તિના સ્થળથી કાન સુધી લઈ જવા

માટે એટલે કે અવાજ સંલળાવામાં એવા કોઈ પણ પદાર્થની અવશ્ય જરૂર છે. આ બાબત સ્પષ્ટ કરવાને ધ્વનિ શાસ્ત્રીઓએ એક પ્રયોગ શોધી કાઢ્યો છે. વિજળીની બનાવટથી પોતાની મેળે વાગતી ઘંટડીને વાયુશોષક યંત્ર ઉપર મૂકેલા રિસીવરમાં* મૂકેા. જેમ જેમ માંહેની હવા ઓછી થતી જાય છે તેમ તેમ તે પાતળી થતી જાય છે અને અવાજ પણ ધીમે ધીમે પડતો જતો લાગે છે, અને છેલ્લે તે વાગતી બંધ થઈ ગઈ હોય એમ લાગે છે. જો કે રિસીવરના કાચમાંથી ઘંટડીનો દાંડો વાડકી સાથે એટલાજ જોરથી અથડાતો, આપણી નજરે જણાય છે. ફરીથી હવા પાછી અંદર આવવા દેવામાં આવે છે તો અવાજ પાછો શરૂ થાય છે.

પર્વતવાસીઓ, દરિયાની સપાટીથી ઉંચે હોય છે, તેઓને વધારે જોરથી ઘાંટો પાડીને બોલવાની જરૂર પડે છે. કારણ કે જમીનપર જેટલા જોરથી આપણે બોલીએ છીએ તેટલા જોરથી ત્યાં ઘાંટો કાઢે તો અવાજ સંલળાતો નથી. એવે સ્થળે પિસ્તોલનો ધડાકો ચાળખાના સડાકા જેવો સંલળાય છે. એવી ઊંચાઈના સ્થળોની હવા સ્વાભાવિક રીતે પાતળી હોય છે, તેથી માણસોના ઘાંટાની સ્થિતિ ઉપર વળેલા વાયુશોષક યંત્રપરના રિસીવરમાંની ઘંટડીના જેવી થાય છે. ઉપલા પ્રયોગની ચથાર્થ સિદ્ધિ કરવા માટે ઘંટડીને ઊનના પડ ઉપર મૂકવી જોઈએ, કારણ કે એમ ન કરવામાં આવે તો ઘંટડીની વાડકી સાથે દાંડાના અથડાવાથી ઘંટડીના પદાર્થમાં થતો ટંપ વાયુશોષક યંત્રના ભાગોને પહોંચે છે અને તેના ઘન પદાર્થ મારફત બહારની હવાને લાગે છે. આ પ્રયોગથી આપણે એટલું સમજાય છે કે વાયુશૂન્ય જગ્યામાં થતો ધ્વનિ અવા-

જરૂરે આપણને પહોંચી શકતો નથી, કારણ કે તેને આપણા કાન સુધી આણનાર અર્થાત્ આપણા કાનમાં રહેલા જ્ઞાનતંતુને અમુક પ્રકારે ઉત્તેજિત કરનાર હવારૂપ કોઈ સાધન નથી.

પ્રતિધ્વનિ-પડઘો.

દાહરો.

જડ વસ્તુ પણ જગતમાં, સામે દિગે જવાળ;
ખેલે તેવું સાંભળે, છો કો હોય નખાળ. ૧

હવામાં ધ્વનિ લહરિ (મોજા)ના રૂપમાં પોતાની ઉત્પત્તિના ઠેકાણાથી સર્વ ખાબૂએ પ્રસરે છે, એ તો આપણે સમજ્યા. જ્યાં સુધી આ ધ્વનિની લહરિઓને કંઈ અડચણ નડતી નથી, ત્યાં સુધી તેઓ એક મધ્યઙિદુવાળાં વર્તુલોના આકારમાં આગળ વધે છે. પણ જેવી કંઈ પણ અડચણ નડી કે ખીજ સર્વ સ્થિતિસ્થાપક પદાર્થોની પેઠે તેઓ પાછા હઠે છે એટલે કે તેઓ પરાવર્તન પામે છે. અને અડચણ કરનારી વસ્તુને જે ઠેકાણે લહરિઓ અડકી હોય તે ઠેકાણે જાણે મધ્યઙિદુ હોય એમ ત્યાંથી લહરિઓ પાછી ઉલટે છે એટલે તે ઠેકાણેથી નવી લહરિઓ બનવા માંડે છે અને તે ધીમે ધીમે જ્યાંથી પહેલાં લહરિઓ શરૂ થઈ હોય ત્યાં સુધી આવે છે. આને ધ્વનિનું પરાવર્તન કહે છે.

ઉણતુતાના (ગરમીના) અને પ્રકાશના (અજવાળાના) પરાવર્તન જેવાજ ધ્વનિના પરાવર્તનના નિયમ છે. આથી જ અંતર્ગોળ વાસણોને થોડે આઘે આઘે મૂક્યા હોય છે, અને તેના એક વાસણના મધ્યઙિદુ આગળ ધીમે ધીમે ખાલીએ છીએ કે ઘડીઆલ મૂકીએ છીએ તો તે બન્ને પેલા ખીજ

વાસણના મધ્યગિંદુ આગળ ખરાબર તેટલાજ જોરમાં સંભળાય છે. વળી જ્યારે કોઈ માણસ ધીમે યોલતો હોય છે ત્યારે તેને સાંભળવાને આપણે કાન પછાડી હાથ મૂકીએ છીએ તે શા સાડું? એમ કરવાથી હથેલીના પોકળ લાગને ધ્વનિની ધીમી લહુરિઓ અથડાય અને પાછી ત્યાંથી પરાવર્તન પામી પાસે આવેલા કાનમાં જાય એટલા માટે.



ચિત્ર ૨૬ મું. ધ્વનિનું પરાવર્તન.

ખડખડા પદાર્થો કરતાં સાફ અથવા લીસા પદાર્થો અવાજનું વધારે સાફ પરાવર્તન કરે છે. સૌથી વધારે સારો પ્રતિધ્વનિ અથવા પડવો સહજ અંતર્ગોળ સપાટીવાળા પદાર્થથી થાય છે.

ઘન પદાર્થોનેજ અથડાતાં અવાજનો પડવો પડે છે એમ કંઈ નથી; પરંતુ પ્રવાહી અને વાયુરૂપ પદાર્થોની સપાટી પણ શબ્દના પરાવર્તનના કારણરૂપ થઈ શકે છે. ફૂવામાં મહાં ઘાલીને આપણે યોલીએ છીએ તો તરત તેનો પડવો સંભળાય છે. સ્થિર પાણીની સપાટીપર પણ ધ્વનિનું પરાવર્તન ઘણુંજ નવાઈ જેવું થાય છે. શાંત સરોવરપર એક કિનારેથી

કુતરાઓનું ભસવું અથવા મનુષ્યોનો કોલાહલ ઘણા માઈલ જેટલે દૂર સુધી સંભળાય છે.

પુલની કમાન નીચે કોઈ માણસ ઉભો રહે અને ભૂંગળા તરફ મ્હોં કરીને બોલે તો અવાજ બીજી બાજુના ભૂંગળા આગળ એવો ચોખ્ખો સંભળાય છે કે ધીમે ધીમે બોલીને એ માણસોથી વાત થઈ શકે અને તે બેની વચ્ચેમાં ઉભેલો કોઈ માણસ સાંભળી શકે નહિ. પારીસમાં એક મકાનના પેલેલા માળપરના ઓરડાની છત દીર્ઘવર્તુળાકાર છે. ત્યાં આગળ ઉપર પ્રમાણેનો ચમત્કાર બરાબર થાય છે. વિજાપૂરમાં પણ એવો એક ઘૂમટ છે.

ખ્રિસ્તિ લોકોનું એવું મત છે કે માણસ જો પોતાનાં કરેલાં પાપોનો પશ્ચાતાપ કરે તો તેને ક્રાઈસ્ટ તે પાપોની માફી અપાવે છે. આથી વિલાયત વગેરે દેશોમાં સંખ્યાબંધ લોકો પોતાનાં પાપ માફ કરાવવાની લાલચથી દેવલોમાં જઈને એકાંત સ્થળમાં ધર્મગુરૂઓ પાસે બેસી પોતાનાં કરેલાં પાપોનું કથન કરે છે. અને હવે પછી તેવાં પાપ ન થાય અને તે થયેલાં માફ થાય એટલા સાડ પશ્ચાતાપ કરે છે. સંખ્યાબંધ માણસોની આવી ગુહ્ય બાબતો કોઈ સાંભળી ન જાય તેટલા સાડ દેવળોમાં આ પાપની કબુલાત કરવાની ખાસ જગા રાખવામાં આવે છે, અને ત્યાં બહુજ ધીમે એક બીજાના કાનમાં બોલતાં-હોય તેમ વાત કરવામાં આવે છે. ઈંગ્લંડમાં સૌથી મોટું સેંટપોલનું દેવલ છે. એ દેવલમાંની ભીંતો સહુજ અંતર્ગોળ છે. તેની એક બાજુપર પાપની કબુલાત કરવાની ઓરડી રાખવામાં આવેલી તેથી અવાજ એ ભીંતેથી પરાવર્તન પામી બીજી ભીંતે અથડાતો અને ત્યાંથી બીજો બે વાર પરાવર્તન પામી પેલી ઓરડીની બરાબર

સામે નાકે પહોંચતો. આથી જે વાત આ ઓરડીમાં થતી તે ત્યાં સંભળાતી. પ્રતિધ્વનિના નિયમોના જ્ઞાન વિનાના પેલા બિચારા ભોળા ભટાક પાદરીઓ સમજતા કે આ લોકોની ગુહ્ય વાતો માત્ર આપણે જ જાણીએ છીએ; પણ એવું બનતું કે, કોઈ કોઈ ટીંબળી પુરુષ જેનો કાન અચાનક પેલી સામી ભીંત પાસે આવી જતો અને કંઈ અવાજ કાનમાં પડતો; તે જ્ઞાસાથી ત્યાં સાંભળવા ઉભો રહી બધું સાંભળી લેતો. એક નાકાપર ધીમે ધીમે બોલેલું બીજે નાકે સંભળાય એવાં સ્થળોને ઇંગ્રેજીમાં “વિડુસ્પરિંગ ગેલરીઓ” કહે છે. એવી ધીમે ધીમે કાનમાં વાત કરવાની ખોલીઓની ભીંતો સાપ્ત અને સહજ સહજ ચારે તરફથી વાંકી હોય છે. એક ઠેકાણે માણસ બોલે છે તે ઘણે દૂર બીજે ઠેકાણે બરાબર સંભળાય છે. વળી કેટલીક એવી પણ જગાઓ હોય છે કે જેમાં પડઘા મૂળ ધ્વનિ કરતાં વધારે જબરો થાય છે અથવા વધારે વાર ચાલે છે. લંડનમાં એક ગોળાકાર ઘૂમટ છે તેમાં જે જરા ઉદ્ગાર કાઢ્યો હોય છે તો તે ખડખડાટ હસવાની પેઠે સંભળાય છે, અને કાગળની કાપલી ફાડીએ છીએ તો કરાં પડતાં હોય એવો મો’ટો અવાજ થાય છે.

ભીંતો, ખડકો કે એવા ધન પદાર્થોથી કે પાણીથીજ ધ્વનિ પરાવર્તન પામે છે એમ માનવાનું નથી. વાદળાથી પણ તેમ થાય છે. તથા જ્યારે જ્યારે ધ્વનિની લહરી પોતાની હવાના કરતાં વધારે જાડી હવામાં પેસે છે ત્યારે વાયુરૂપ પદાર્થોથી પણ પરાવર્તન પામે છે અને તેથી કેટલીક વખતે પડઘા પણ સંભળાય છે.

પાસે કે આવે આવેલી અડચણને લીધે પરાવર્તન પામેલી ધ્વનિની લહરિઓવડે હવામાં જે બીજો અવાજ

સંભળાય છે તેને આપણા લોકો પડઘો (પ્રતિધ્વનિ) કહે છે. એક અરણ્યમાં અથવા ખડક કે ઇમારત તરફ જો મો'ટેથી કંઈ બોલીએ તો થોડીવારે તેજ અવાજ પાછો સંભળવામાં આવે છે એ તો સૌના અનુભવની વાત હોવી જોઈએ. તથા કોઈ બીજો માણસ ત્યાં આયળ બોલતો હોય એમ લાગે છે. આ માત્ર પરાવર્તન પામેલી ધ્વનિની લાહરિઓ છે. ત્યારે સવાલ એ થાય છે કે આપણા ઘરમાં અથવા બીજા ના'ના ચોરડાઓમાં આપણે વાતો કરીએ છીએ તેનો કેમ પડઘો પડતો નથી? ખરું જોતાં તો આપણે જો બોલીએ છીએ તે અવાજ ભીંતો વગેરેને અથડાઈને પરાવર્તન તો પામે છેજ, પરંતુ અવાજના વેગના પ્રમાણમાં આપણા મ્હોંડાથી ભીંત સુધીનું અંતર એટલું બધું થોડું છે કે તેટલું ચાલી પાછા કાન સુધી આવતાં તેને કંઈ જણાય એવો વખત લાગતો નથી અને તેથી તે આપણા મૂળ અવાજની સાથે સેળસેળ થઈ જાય છે. આમ છે તેથી પ્રતિધ્વનિ અથવા પડઘો બરાબર છૂટો સંભળાવા માટે બોલનારની અને પરાવર્તક વસ્તુની વચ્ચે વધારે અંતર જોઈએ. મો'ટાં મો'ટાં દિવાનખાનાંઓમાં અને જાહેર ભાષણો આપવાના હોલમાં પ્રતિધ્વનિ સંભળાય છે અને ભાષણ કર્તાના ચાલતા ભાષણમાં આ પ્રતિધ્વનિ પાછો એકઠો થઈ ભાષણને અસ્પષ્ટ કરી નાંખે છે. આટલા સાફજ એવા સ્થળોમાં ભીંતોપર પડદા લટકાવવાની કે ભીંતો ખડખડી થાય એ હેતુથી તેનાપર તરેહવાર આકૃતિઓ કહાડી અવાજનું પરાવર્તન ન થાય એવી તજવીજે કરવી પડે છે. સાધારણ રીતે ઝપાટાથી બોલનાર માણસ એક સેકન્ડમાં વધારેમાં વધારે પાંચ અક્ષર બોલી શકે છે, એમ જાણી જાણી અજમાયશોથી માલૂમ પડ્યું છે. હવે સાધારણ

ધ્વનિનો વેગ ૧૧૨૦ ફુટ છે એટલે $\frac{1}{4}$ સેકન્ડ જેટલા વખતમાં અવાજ ૨૨૪ ફુટ ચાલી શકશે. તેથી જો ઉચ્ચારેલા ધ્વનિને જતાં અને તેના પ્રતિધ્વનિને પાછા આવતાં એમ મળીને $\frac{1}{4}$ સેકન્ડ લાગે તો એ જો ધ્વનિ એકમેક થઈ જાય નહિ અને પડઘો બરોબર સંભળાય. તેથી મનુષ્યનાં અવાજનો પડઘો બરાબર સાંભળવાને ઓછામાં ઓછું પરાવર્તક વસ્તુથી ૧૧૨ ફુટનું છેટું હોવું જોઈએ. સપાટાથી અને જોરથી થતા અવાજનો પડઘો ઉત્પન્ન થવાને પરાવર્તક વસ્તુ ૫૬ ફીટ આઘે હોય તો પણ ચાલે, પરંતુ વાણીસ્થાનમાંથી કરાતા ઉચ્ચારને પાછો સાંભળવાને તેથી જોવડું છેટું અવશ્ય હોવું જોઈએ.

પરાવર્તક વસ્તુ ઉપર જણાવેલે અંતરે હશે તો છેલ્લા એકજ અક્ષરનો પડઘો સંભળાશે; એટલાથી બમણી ત્રમણી દૂર હશે તો તે ત્રમણે છેલ્લા બે ત્રણ અક્ષરો ફરી સંભળાશે. જો બરાબર સામસામે જો ભીંતો કે એવીજ અડચણ કરનારી વસ્તુઓ હોય તો એકનો એક અવાજ વારેવારે ઉઠે છે અને પડઘાપર પડઘો સંભળાય છે. એકનો એક અવાજ ૨૦ થી ૩૦ વાર સંભળાય એવા પણ પડઘા પડે છે. મેથેરાનમાં ‘એકોપોઇન્ટ’ (Echo point) કરીને એક જગ્યા છે, ત્યાં આગળ ઉભા રહીને બોલીએ છીએ તો બે વાર પડઘો સંભળાય છે. પારીસ પાસે એક જૂનું દેવલ છે તેમાં લગભગ ૨૦ વાર પડઘો પડે છે. વુડસ્ટોક આગળ એક સ્થળ છે ત્યાં ૧૭ થી ૨૦ વાર પડઘો સંભળાય છે. ઇટાલીમાં આવેલા સીમોનેટામાં એક ઇમારત છે, ત્યાં એક અવાજનો ૩૦ વાર ફરી ફરીને પડઘો પડે છે. પ્રખ્યાત વિદ્વાન એડીસન લખે છે કે મીલન શેહેર આગળ એવું સ્થળ છે કે જ્યાં એક પીસ્તોલના ધડાકાનો પડઘો ૫૬ વાર પડે છે. સ્કોટલેન્ડમાં

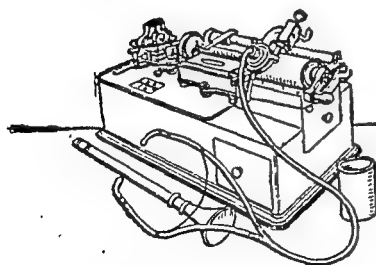
કીલાનોના સરોવરપર પણ આજ પ્રમાણે ઘણી ફેરા પડવાના પડવા સંભળાય છે. મૂળ ધ્વનિ કરતાં પડવામાં ઘણી વાર ફેર પડે છે કેટલાક પડવામાં અવાજ વધારે જોરથી આવે છે. કેટલાકમાં હસતા હોય કે મશ્કરી કરતા હોય કે રડતા હોય એવી ઢબમાં પણ પડવા સંભળાય છે.

ધ્વનિલેખક યંત્ર (ફોનોગ્રાફ*).

ધનાક્ષરી છંદ.

મરેલાની છખીને ખતાવનાર ફોનોગ્રાફ,
ફેલી ગયો ગામ ગામ ઠામ ઠામ ધામ ધામ;
લોકો જોઈ છખી નિજ કુટુંબ ફખીલા તણી,
કે'તા-“એના બોલ ક્યાંથી સાંભળીએ રામ રામ!”
વિદ્યા કળા ચક્રી એવા સંતાપના શબ્દ નહીં-
સાંભળી શકાયા માંડયો યત્ન ધરી મામ હામ,
હરવાસીની કે પરલોકવાસીતણી વાણી-
પાછી આપે આણી કર્યું ફોનોગ્રાફ યંત્ર કામ. ૧

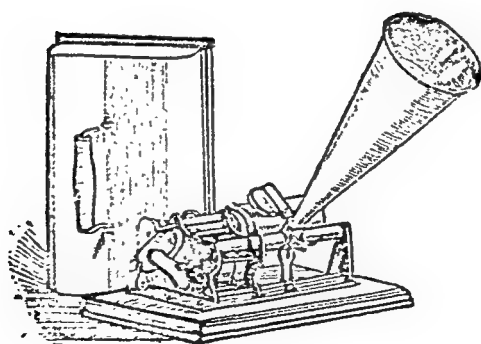
એ યંત્ર આ સૈકાના પ્રખ્યાત વિદ્યુતશાસ્ત્રી એડીસને શોધી કહાડયું છે. વિદ્યાના વિષયથી અપરિચિત (અજાણ) પ્રજા આ યંત્ર પર મોહિત થઈ ગઈ છે એમ કહીએ તોપણ ચાલે. તથા વિદ્યાનું જ્ઞાન ધરાવનારાઓને પણ એનાથી કાંઈ



ચિત્ર ૨૭. ફોનોગ્રાફ.

ઓછો આનંદ ઉપજે છે એમ નથી. માણસની વાણીથી બા-

લાતા કે અન્ય ગ્રાણીઓ કે વાદ્યંત્રથી કોઈ પણ રીતે થતા ધ્વનિ પાસે આ યંત્ર ચાલતું કરીને મૂક્યું હોય છે તો એ યંત્ર તે ધ્વનિના સંસ્કાર ધારણ કરી લે છે, અને પછી તેને ગોઠવવાથી બધા ધ્વનિ આપણને સંભળાય એવા નીકળે છે. એની રચનાનું વર્ણન બીજી પ્રભામાં કરીશું. અત્ર માત્ર એનું ચિત્ર આપી વાંચનારને એટલું જ કહીશું કે એ યંત્રવડે હજારો લાખો કોશપરનાં માણસોનો ઘાંટો, તેમનાં લાષણો આપણે અહીં બેઠા બેઠા સાંભળી શકીએ છીએ. સારા મધુર ગાયનોનો એકવાર એમાં સંસ્કાર લઈ લીધો હોય તો પછી જ્યારે ઈચ્છામાં આવે ત્યારે તેને સાંભળી શકાય છે. આવી ને આવી અસંખ્ય રીતે આ યંત્ર માણસના જીવને સંતોષ સાથે આનંદ આપનારું થઈ પડે છે. અવાજના સંબંધમાં બીજી ઘણી બાબતો આનંદ ઉપજાવે એવી છે. જે બીજી પ્રભામાં આપવામાં આવશે.



અકસ્માત બનાવો અને તે વખતે લેવાના ઉપાયો.

દોહરો.

અકસ્માતમાં એકદમ, આવે કામ ઉપાય;
સહાય હોય ન હોય પણ, બચવા યત્ન કરાય.

દૈવયોગ અથવા અકસ્માત બનાવો ઘણે પ્રસંગે બને છે. અને તે બનાવો એવે સ્થળે અને એવે સમયે બને છે કે જ્યારે જ્યારે તેમ થવાનો પ્રસંગ આવે છે, ત્યારે મદદ કરવાને કોઈજ તે સ્થળે હોતું નથી. અથવા શારીરિક અકસ્માતોના પ્રસંગે તો તે બનાવનો ભોગ થઈ પડેલો માણસ પોતે એકલોજ હોય છે. અને તે એવો ગભરાઈ જાય છે કે સામાન્ય બુદ્ધિ પણ તે સમયે વાપરવાનું એને સૂઝતું નથી. અને પાસે જે પ્રસંગે કોઈ માણસ અથવા માણસો હોય છે તો તે પણ ગભરાઈ જઈ તે બિચારાને મદદ કરવાને બદલે ગભરાટમાં વધારે નુકસાન કરી બેસે છે. આમ છે તેથી શારીરિક દૈવ-યોગોનાં બનવા પ્રસંગે પ્રત્યેક માણસે પોતે શું કરવું જોઈએ અથવા પાસેનાં માણસોએ કેમ વર્તવું જોઈએ, એ સંબંધી થોડો ખુલાસો કરવામાં આવે, તો એવા સંકટના પ્રસંગમાં દરેક માણસને તે ઉપયોગી થઈ પડે એમ ધારી આ વિષય હાથમાં લીધો છે.

મૂર્છા-માણસને એકાએક મૂર્છા આવે છે ત્યારે તેને એ-કદમ માથું નીચું રાખી સુવા દેવો, તથા શરીરપર જે વસ્ત્રો પહેર્યા હોય તે ઢીલા કરવા, જેમ બને તેમ વધારે સ્વચ્છ હવા તે માણસને મળે એમ કરવું અને તેની આંતુબાંતુ

લોહોનો જમાવ થતો અટકાવવો. સુગંધી ક્ષારો તેના નાક આગળ સંભાળપૂર્વક ધરવાં. અને તરતજ મુખ ઉપર થોડું ઠંડું પાણી છાંટવું. મૂર્છા જે વધારે વેળા ટકે અને હાથ પગ ઠંડા થયલા જણાય તો ગરમ પાણીવાળી શીશીઓનો શેક ચાલુ કરવો. અને દરદીને કંઈ લેવા (પીવા) જેવી શુદ્ધિ જણાય તો પાણીમાં ખાંડી અથવા જરા દ્રાક્ષારસ (દારૂ) નાખી એકાદ ચમચો પાવો.

શ્વાસાવરોધ (રૂંધણુ). ખોરાક, પ્રવાહી અથવા એવીજ કોઈ વસ્તુઓનાં ગળામાં ચોંટી રહેવાથી, અથવા શ્વાસનાં રસ્તામાં પેંસી જવાથી રૂંધણુ-એટલે શ્વાસ લેવામાં હરકત-થાય છે. જેથી માણસનું મુખ એકદમ કાળું પડી જાય છે. એવી દુષ્ટ રૂંધણુમાં જરા પણ વખત ખોવો નહિ. તુરત મોઢાં ઉઘાડીને, જીભ ઉપરથી છેક પાછળ પહોંચે એ પ્રમાણે તમારી આંગળી, સંકોચાયા વિના ઘાલવી; અને આંગળી વાંકી કરી અણખતને ખેંચી કાઢવી અથવા તો ખસેડી નાંખવી. આમ કરવામાં જે કાર્ય સિદ્ધિ ન થાય તો જીભના પાછળનાં ભાગને દબાવી ઉલટી કરાવવા પ્રયત્ન કરવો; એમ કર્યે વિશ્રામ મળશે. બાળકોના સંબંધમાં ઘણી વેળા સુગમ પડતો એવો એક ઉપાય છે, જેમ કે છાતી અને પેટને કોઈ પણ ખુરસી અથવા મેજ જેવી કંઠણ વસ્તુ સાથે ડબાવવા અને ખભાની વચ્ચેના પીઠના ભાગને ઠોકવો. આમ કરવાથી ફેફસાં (Lungs) માંની હવા વાયુની નળી-માંથી એટલા ભેરથી નીકળે છે કે જેથી ઘણી વખત અણખત નીકળી જાય છે. બાળકોના સંબંધમાં જેમ ઘણી-વાર બને છે તેમ જે સિદ્ધો ગળી જવાયો હોય તો સારો ઉપાય એજ છે કે બાળકને ટાંટીએથી પકડી રહેજ ઝોક્કાં

અકસ્માત બનાવો અને તે વખતે લેવાના ઉપાયો. ૧૪૩

ખવડાવવા અથવા પીઠ ઠોકવી પરંતુ આવા સામાન્ય ઉપાયો નિરર્થક જવા માંડે તો તરત વિદ્વાન વૈદ્ય (ડૉક્ટર) ને બોલાવવો.

મો'ટી મો'ટી સલાઓમાં, તમાસાઓમાં, નાટકગૃહોમાં વગેરે સ્થળે જ્યાં થોડી જગામાં ઘણા માણસને એકઠા થવાનું હોય છે ત્યાં તેટલી જગામાં આટલા બધા માણસના શ્વાસપ્રશ્વાસથી હવામાં જે મનુષ્યના શ્વાસને કામનું દ્રવ્ય છે તે ઓછું થઈ જાય છે અને જે ઝેરી જેવી હવા પ્રશ્વાસથી નીકળે છે તે એટલી બધી એકઠી થઈ જાય છે કે પ્રસંગે ઘણા માણસો તે ઝેરી હવાને શ્વાસમાં લેવાથી ગુંગળાઈ જાય છે; અને મૂર્છિત થાય છે કે પ્રસંગે મૃત્યુ પામે છે. આવા પ્રસંગમાં પાસેના માણસોએ અત્યંત સાવધ રહેવું જોઈએ, કોઈ પણ માણસ મૂર્છિત થતું માલૂમ પડે કે તરત તેને બહાર ચોખ્ખી હવામાં ઉંચકી લઈ જવું, તેનાં કપડાં છોડી નાંખવા, અને માથાપર, મ્હોડાપર અને છાતીના ઉપલા ભાગપર હંડું પાણી રેડવું; તેમજ શ્વાસપ્રશ્વાસ (Respiration) બંધ થયો હોય તો કૃત્રિમ રીતે તેને ચલાવવો.

દારૂ અથવા એ પ્રકારના તીવ્રમાદક પદાર્થો એકદમ સામટા વધારે લેવામાં આવી જવાથી માણસને શુદ્ધિ ખોવડાવી બેભાન કરે છે એટલુંજ નહિ પણ ઘણે પ્રસંગે નવા શૌંકીનને અથવા કોઈ પ્રસંગે ટેવાયલાને પણ મૂર્છા પમાડી શરીરમાં ઝેરી કેફ પ્રસરાવે છે. તે વેળાએ દરદીને તરત કંઈ ઢાંકણમાં ઘાલી દેવો જોઈએ. જો તે મૂર્છિત થયો હોય તો મસ્તક અને મુખપર હંડું પાણી છાંટી તેને જગાડવા પ્રયત્ન કરવો. તથા કોઈ પણ પ્રકારે ઉલટી થાય એમ કરવું. કોઈ પણ જાતના ઝેરી પદાર્થનું પાન થયું હોય છે ત્યારે તેને મટાડવાનો સૌથી પ્રથમનો ઉપાયજ ઉલટી છે, કારણ કે

ઉલટીની સાથે હોઝરીમાં રહેલો ઝેરી પદાર્થ-મિશ્ર થયેલો વા થતો-સઘળો નીકળી જાય છે. પછી જો કદાચ લોહીમાં તે પદાર્થ ગયો હોય છે તો તેને કહાડવો અવશ્ય રહે છે. આમ હોવાથી વમન કરાવવાના પ્રયોગો સર્વથા પ્રથમ કરવા યોગ્ય છે. પછી શરીરને ઉપરથી ગરમ કપડાંથી ઘસવું, દરદીને કામળામાં વીંટાળી દેવો, અને તેના પગને ગરમ પાણીની શીશીથી શેકવા-જેથી કેફમાં અવશ્ય ન્યૂન થતી શારીરિક ઉષ્ણતા પાછી આવે.

શારીરિક ઉષ્ણતા એ શું છે ને શા માટે ન્યૂન ન થવા દેવી જોઈએ, એ આગળપર સ્પષ્ટ કરીશું.

હાડકાં ભાંગવાં-ઘણે ઉંચેથી અથવા ઘણા જોરથી થોડી ઉંચાઈથી પણ પડવાથી માણસનાં હાડકાં અફળાઈને ભાંગે છે. ના'ના બાળકો બારીએથી પડે છે ત્યારે, તેમનાં હાડકાં વધારે કોમળ તેમ વધારે સ્થિતિસ્થાપક હોવાથી, ઘણે પ્રસંગે બચી જાય છે. તો પણ જ્યારે જ્યારે ઇન્ન વધારે પહોંચે છે ત્યારે બાળકોનાં હાડકાં પણ ભાંગે છે, કેટલેક પ્રસંગે અસહ્ય માર પડવાથી પણ હાડકાં ભાંગે છે મારા-મારીમાં જો હાડકાંનેજ માત્ર વાગે છે તો તો હાડકું ભાંગીને રહે છે પરંતુ જો કોઈ મર્મવાળા સ્થળે-જેવાં કે પેટ, કરોડ, માંથું વગેરેપર-વાગે છે ત્યારે તો ત્યાં રહેલા જ્ઞાનતંતુ-ઓને સખત પીડા થાય છે અને પ્રાણહાનિના પ્રસંગો આવે છે. આવા કોઈપણ કારણથી જ્યારે હાડકાંનો ભંગ થાય છે ત્યારે સૌથી પ્રથમ એટલું લક્ષમાં રાખવું કે જ્યાં સુધી હાડકાં આવે ત્યાં સુધી તે અવયવને બીલકુલ સ્થિર રાખવું અને જરા પણ હલાવવું નહિ. ભાંગેલા અવયવની બે બાજુએ જે કંઈ હાથ ચ'ડે તે મૂકવાથી એને સ્થિર રાખી શકાશે.

અકસ્માત બનાવો અને તે વખતે લેવાના ઉપાયો. ૧૪૫

લાકડાની અથવા કામડીની ચીપો, ના'નાં ઓશીકાં, છત્રિ, જે ફરવા જવાની લાકડીઓ, ઉન અથવા રૂની ગાદી એમાંની જે ચીજ પાસે હોય તે કામે લગાડવી; અને એકાદ જે રૂમાલથી પોચી બાંધવી. જ્યાં સૂધી દરદીને તેના અવયવોનાં સંબંધમાં હાડવૈદ્યે તપાસ્યો ન હોય અથવા કંઈ ઉપાય ન કર્યો હોય ત્યાં સૂધી તેને ઉંચકવો નહિ, અને પછી પણ ઘણાં માણસોએ મળી સામટો ઉંચકી એકે પગલે ચાલવું. જો દરદીને ઘેર લઈ જવાનો હોય તો મેજ, મ્યાનો, અથવા એવા કોઈ સપાટ વાહનપર સૂવાડી લઈ જવો. પણ ઘણી વખતે ગાડીમાં ઘાલી દેવામાં આવે છે તેમ કરવું નહિ. આવી સામાન્ય કાળજીના અભાવથી ઘણી વખતે ભાંગેલાં હાડકાં માંસમાંથી બહાર નીકળે છે, અને તે અવયવ નકામું થવાનો ભય રહે છે.

કપડા સળગે ત્યારે શું કરવું? જો આપણાં પોતાનાં પેહેરેલાં કપડાં સળગવા માંડ્યાં હોય તો તુરત ભોંયપર સુઈ જવું, નહિ તો ઊંચે જતી ઝાળ કપડાંનાં ઉપલા ભાગને અથવા મસ્તક અને છાતીને બાળે છે. આમ તેમ આળોટવું; એમ દબાણ થવાથી બળતું હોલવાઈ જશે. અને તેજ સમયે જો બને તો કામળો, બન્નુસ અથવા સેત્રંજ જે હોય તેમાં વીંટાઈ જવું કારણ કે તેથી પણ બળતું દબાઈ જાય છે. ઉભા થઈ દોડાદોડ ન કરવી પણ કંઈ જોઈતું હોય તો આળોટતાં આળોટતાં તે સ્થળે જઈ લેવું. જો કોઈ બીજા માણસનાં કપડાં સળગ્યાં હોય અને આપણે પાસે હોઈએ તો સાવચેતી રાખી ઉપર જણાવેલો ઉપાય કરવો. સ્ત્રીઓએ આ પ્રમાણે બીજાને મદદ કરતાં અત્યંત કાળજી રાખવી અવશ્યની છે કારણ કે લપાલપમાં પોતાનાં લુગડાં વખતે સળગી ઉઠવાનો સંભવ રહે છે.

આ દૈવયોગ અથવા અચાતક બનાવો સંબંધી પ્રકરણ પ્રખ્યાત વૈદ્યોના અનુભવથી લખાયેલા એક અમેરિકન પત્રને આધારે લખ્યું છે. અને સાધારણ વ્યવહારમાં ઘણુંજ ઉપયોગી અને લાભકારક છે એટલુંજ નહીં, પરંતુ અત્ર દર્શાવેલા ઉપાયો અનુભવથી અને પ્રમાણથી સાબિત કરી નક્કી કરવામાં આવેલા છે તેથી પૂતેહુ મેળવવામાં અને વધારે દુઃખદાયક પ્રસંગો અટકાવવામાં ઉપયોગના છે.



પોતાની મેળે ઉતરતાં પૂતળાં.

દોહરો.

વિદ્યા અંદર વિત્ત ને, વિદ્યા વિષે વિલાસ;
બાળ યુવા ને વૃદ્ધનું, વિદ્યા છે કૈલાસ. ૧
વિદ્યાના નિયમે બાણવાથી બાળકથી વૃદ્ધસુધી દરેક

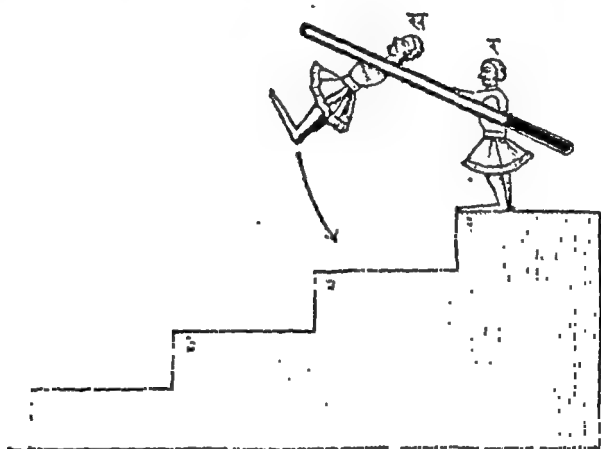


ચિત્ર ૨૮ મું. પોતાની મેળે ઉતરતાં પૂતળાં.

જાણુને કેટલો બધો આનંદ થઈ શકે છે તે નીચેના પ્રયોગથી
વાંચનારને તરત સમજાશે.

પાસેના ચિત્રમાં પાડેલું રમકડું સૌથી પહેલાં ક્રાન્સની રાજધાની પારીસ શહેરમાં બનાવવામાં આવ્યું હતું. પરંતુ એની બનાવટ એવી સહેલી છે કે કોઈ પણ કુશળ માણસ એનું વર્ણન વાંચીને તેવું બનાવી શકે.

ચિત્રપરથી આપણે જોઈએ છીએ કે બે પૂતળાંઓમાંનું એક પગથીયાપર ઉભેલું છે, અને બીજું હવામાં અદ્ધર હોય એમ લાગે છે. ખરેખરી ખુબી તો એ છે કે બે બીજું પૂતળું



ચિત્ર ૨૯ મું. પોતાની મેળે ઉતરતાં પૂતળાંઓની રચના.

જણાય છે તે ધીમેથી નીચેના પગથીયાપર ઉતરે છે; અને એ પ્રમાણે બન્ને પૂતળાંઓ એક પછી એક આખો દાદર ઉતરી જાય છે. આ આશ્ચર્યકારક રમકડાની કેવી રચના છે તેનું વર્ણન કરીએ.

આ રમકડામાં સમાન અંતરે ગોઠવેલી અને પારાથી થોડી ભરેલી બે નળીઓ હોય છે. તથા આ બે નળીઓ વચ્ચે આડા ઘાલેલા પાતળા દાંડાપર અથવા ઝીણી ચુંકોપર

ચક્કર ચક્કર પૂરી શકે એવી રીતે બે પૂતળાં બેસાડેલાં હોય છે. ચિત્ર ૨૮ માં બતાવ્યું છે તે પ્રમાણે પહેલવહેલું આ રમકડું સ્થિર રહે છે. પરંતુ બે આપણે સ પુતળાંને નીચું કરીશું તો તે બીજાં પગથીઆં તરફ નીચું ઉતરશે અને નળીમાંનો પારો એકદમ એક છેડેથી બીજે છેડે ઉતરી જશે. આમ થયું કે પછી પાછળનું ર પૂતળું ઉંચકાઈને પહેલાંની પેઠે નીચે આવશે અને એ પ્રમાણે જેટલાં પગથીયાં હશે તેટલાં આ બેડી એક પછી એક પોતાની મેળે ઉતરી પડશે.

આ પ્રયોગ સહેલાઈથી કરવા માટે પૂતળાંઓને બદલે જાડા કાગળની પોકળ નળીઓ બનાવી તેમાં પત્થરનો એકેક નાનો કકડો નાંખી તેનાં મ્હોં બંધ કરી દેવાં. નળીઓ કોઈ પણ સામાન્ય કાચની ચાલશે.

ગુરુત્વાકર્ષણ અને ગુરુત્વમધ્યબિંદુ.

સંગતિકા છંદ.

જ્યમ માતકો નિજ અંગથી, કદિ દેતી બાળકને નથી;
લમ પૃથ્વીં ઝાલોં રહે સદા, સઉ વસ્તુને ન તને કદા. ૧
જ્યમ મધ્ય બિંદુ ગુરુત્વનું, જડતાં સ્થિરત્વજ વસ્તુનું;
લમ જ્ઞાન શ્રીગુરુનું જડે, તવ જીવના ભવમાં પડે. ૨

પાછળ વર્ણેલા અન્યબીથી ભરેલા રમકડાની વિચિત્ર ગતિનું કારણ હવે શોધી કાઢીએ. એમ કહેવાય છે કે પ્રખ્યાત વિદ્વાન ન્યૂટન એક સમયે કોઈ ઝાડની છાયા નીચે બેઠો હશે. તે વેળાએ એ ઝાડનું એક ફળ એણે નીચે પડતું જોયું. આ ઉપરથી એ બુદ્ધિમાન માણસને એ જાણવાની જાણાસા થઈ કે ફળ ડાળીએથી તુટીને લોંચપરજ શામાટે

પડ્યું? ઉંચે કે બાબુઓપર દિશાઓમાં કેમ દોડ્યું નહિ? પછી ઘણા અવલોકનથી અને અનુભવથી એને સમજાયું કે પ્રત્યેક નિરાધાર* વસ્તુને પોતાની તરફ ખેંચવાનો પૃથ્વીમાં સ્વભાવ છે. આ'વો સ્વભાવ અથવા ધર્મ પૃથ્વીમાં છે એટલુંજ નહીં પણ પૃથ્વીના ગોળાથી બીજા ના'ના મો'ટા આકાશમાં જણાતા ગોળાઓમાં પણ છે. અને સૂર્ય ચંદ્ર વગેરે ગ્રહોમાં પણ એ સ્વભાવ રહેલો છે. આ સ્વભાવને આકર્ષણ શક્તિ કહે છે. વાસ્તવિક જોતાં તો સર્વ વસ્તુઓમાં આ શક્તિ છેજ, પરંતુ તે પોતપોતાના પ્રચય (જથા) ના પ્રમાણમાં હોય છે, આ શક્તિ વડે મો'ટા પદાર્થો ના'ના પદાર્થોને ખેંચે છે, અને તેથી એ શક્તિને ગુરુત્વાકર્ષણ (સં. ગુરુત્વ-મો'ટાપણું-તે વડે આકર્ષણ-ખેંચવું તે) કહે છે. આ પ્રમાણે પૃથ્વીનું ગુરુત્વ ફળને ભોંયપર ખેંચવામાં કારણ હતું, એમ ન્યૂટને યૂરોપાદિ દેશોમાં પહેલવહેલું નક્કી કર્યું હતું, અને તેથી ગુરુત્વાકર્ષણનો મો'ટો નિયમ એણે સિદ્ધ કર્યો કહેવાય છે. એની પાછળ થયેલા વિદ્યાના બીજા અભ્યાસીઓએ એ નિયમનું ખરાખોટાપણું નિશ્ચય કરવાને પ્રયોગો કરી જોયા છે, અને આખરે એ નિયમ ખરોજ ઠર્યો છે.

પ્રત્યેક પદાર્થપર પૃથ્વીનું ગુરુત્વાકર્ષણ કાર્ય કરે છે એ તો આપણે જાણ્યું. પરંતુ વિશેષ વિચાર કરતાં તરત શંકા ઉઠે છે કે આ શક્તિ પદાર્થપર કેવી રીતે અસર કરતી

* નિરાધાર એટલે કોઈ પણ આધારપર રહેલી ન હોય તે. દાખલા તરીકે કોઈ શંકા કરે કે ટેબલપર મૂકેલી ચોપડીને અથવા ઘરમાં કે ખુરસીપર બેઠેલા આપણને પૃથ્વીનું આકર્ષણ કેમ ભોંયપર ઘસડી નાંખતુ નથી? તો તેનું કારણ એજ કે ચોપડીને ટેબલનો અને આપણને ઘરનો કે ખુરસીનો આધાર છે. એ આધાર પૃથ્વીના આકર્ષણ સામે પોતાનું બળ વાપરી તેની અસર થતી અટકાવે છે.

હશે? શું આખા પદાર્થના દરેક ભાગપર અસર કરતી હશે? કે કોઈ એક ભાગપર અસર કરતી હશે દાખલા તરીકે એક પુસ્તક આપણા હાથમાં છે. ધારો કે એને આપણે છોડી દઈએ તો એ પૃથ્વીની આકર્ષણ શક્તિને લીધે ભોંય તરફ ખેંચાશે એટલે ભોંયપર પડશે. હવે એ દાખલામાં શુરત્વાકર્ષણ શક્તિએ પુસ્તકના કયા ભાગપર પોતાનું બળ વાપર્યું? પુસ્તકના પૃષ્ઠાંપર કે પાનાંપર આ શક્તિએ પોતાનું કાર્ય કર્યું? આનો ઉત્તર એવો છે કે આકર્ષણ શક્તિ પદાર્થના દરેક ભાગપર-ઝીણામાં ઝીણા ભાગપર એટલે તે પદાર્થના પ્રત્યેક અણુપર-પોતાની સત્તા ચલાવે છે. અને દરેક પરમાણુપર થતી જરાજરા અસરના એકત્રપણાથી જેટલું બળ થાય તેટલું બળ તે આખા પદાર્થપર વપરાયું છે એમ જાણવું. આ બળ હમેશાં પદાર્થના પ્રચય અથવા ઘનત્વ પ્રમાણે વધતું જાય છે, અને પૃથ્વીના મધ્યખિંદુથી અંતરના પ્રમાણમાં ઘટતું જાય છે. વળી યાંત્રિક વિદ્યાનો એવો નિયમ છે કે જૂદાં જૂદાં નાના મોટા બળો એક વસ્તુ પર જૂદી જૂદી ઠેકાણે વપરાતાં હોય તો તે સર્વના પરિણામરૂપ એક બળ એવું ધારી શકાય કે જે તે પદાર્થમાં અમુક ઠેકાણે પોતાનું કાર્ય કરે છે એમ માનીએ તો પેલા મૂળનાં નાના નાના અને જૂદાં જૂદાં ભાગપર અમલ કરનારા બળોના જેવોજ અને જેટલો પરિણામ આણનાર હોય. જે ઠેકાણે-ખિંદુ આગળ-આ પરિણામરૂપ બળ વપરાતું ગણી શકાય છે, તેને શુરત્વમધ્યખિંદુ કહેવામાં આવે છે.

મોટી લાકડીને આપણે આંગળીના ટેરવાપર રાખીએ છીએ તે વખતે આપણે ખરેખરું શું કરીએ છીએ? લાકડીનો તે ભાગ કે જેમાં ઉપર જણાવેલું શુરત્વ મધ્યખિંદુ આવેલું છે, તેને

આધાર આપીએ છીએ, એટલે કે ગુરુત્વાકર્ષણનું જે બળ એ મધ્યબિંદુ પર ક્રિયા કરતું મानी શકાય છે, તેનો એ મધ્યબિંદુને આધાર આપવા રુપ સામેના બળથી અટકાવ કરીએ છીએ. આમ થાય છે તેથી લાકડીને ખેંચી પાડનાર બીજું કોઈ બળ રહેતું નથી, અને તેથી ત્યાંસુધી આપણે એ સ્થિતિ ટકાવી શકીએ ત્યાંસુધી લાકડી પડતી નથી. જેમ લાકડી લાંબી



ચિત્ર ૩૦. લાકડીને અદ્ધર રાખવી.

તેમ આ પ્રયોગ વધારે ક્ષત્તે-હમંદ થવાનો સંભવ છે. કારણ કે લાંબી લાકડીમાં ગુરુત્વ મધ્યબિંદુને ગોઠવાતા જરા વાર લાગે એટલી વારમાં તેનો બરોબર ટકાવ કરી શકાય છે.

પ્રત્યેક વસ્તુને આ ગુરુત્વ-મધ્યબિંદુ તો હોવાનુંજ. કારણ કે પ્રત્યેક પર ગુરુત્વાકર્ષણ તો આલુજ છે, અને આપણે ઉપર કહી ગયા તે પ્રમાણે જે જે વસ્તુ પર ગુરુત્વાકર્ષણનો અ-મલ આલે છે તેમાં એક ગુરુત્વમધ્યબિંદુ ધારી શકાય છે, એ ગુરુત્વમધ્યબિંદુ શોધી કહાડવાની વિશેષ રીતો છે, જેના સંબંધમાં આગળ પર કહીશું.

હવે પોતાની મેળે ઉતરતા પૂતળાંની ક્રિયાનું આપણે અવલોકન કરીએ. એ રમકડું એક વસ્તુ છે, એટલે ગુરુત્વા-કર્ષણના નિયમને તાળે એને પણ થવુંજ પડે છે. હવે ત્યારે

ચિત્ર ૨૬ માં બતાવ્યા પ્રમાણે આપણે તેને પગથીયાંપર મૂકીએ છીએ, ત્યારે નળીનો પારો ર પૂતળા તરફને છેડે હોવાથી, અને આ આખા રમકડામાં પારાનો ભાર સૌથી વધારે હોવાથી, ગુરુત્વમધ્યભિન્દુ છેક ર પૂતળા પાસે હોય છે, અને તે પૂતળું તો પગથીયાના આધારથી રહેલું હોવાથી આખું રમકડું અદ્ધર રાખેલી લાકડીના જેવી સ્થિતિમાં રહે છે. પછી સ પૂતળાને ઉપર કહ્યા પ્રમાણે જરા નીચું કરીએ છીએ કે નળીમાંનો પારો ર છેડા તરફથી જરાકમાં સ પૂતળાવાળા છેડા તરફ સરી પડે છે, અને આમ થયું એટલે સ પૂતળાના છેડા તરફ હવે ગુરુત્વમધ્યભિન્દુ આવે છે, તેથી સ પૂતળું પગથીયાંપર ખેસે છે. વળી આ પ્રમાણે ગુરુત્વ મધ્યભિન્દુનો એકદમ ફેરફાર થવાથી ર પૂતળામાં ચક્રગતિ (ગોળ ચક્કર ફરવાની ગતિ) આવે છે. અને તે ગતિને લીધે ર પૂતળું ઉપડીને સ પૂતળું, ચિત્ર ૨૬ માં જે સ્થિતિ પર છે તે સ્થિતિમાં થઈને, છેક નીચેના પગથીયાં પર આવવા માંડે છે. એટલે વળી પાછો પારો નીચાણુના ભાગ તરફ ર પૂતળાના છેડા તરફ સરી પડે છે. આમ પહેલાંની માફક વારા ફરતી ઉતરવાનું ચાલ્યાં કરે છે. ગુરુત્વમધ્યભિન્દુના થતા ફેરફારોથી આવતી ગતિનો આ એક નમુનો છે.

કોઈ પણ પદાર્થનું ગુરુત્વમધ્યભિન્દુ શોધી કા'ડી તેને પકડી રાખીએ અથવા એવી રીતે તેને ઝાલીએ કે જેથી તે ભિન્દુ આગળ અસર કરતા આકર્ષણના બળનો તેટલાજ બીજા સામા બળથી અટકાવ થાય, તો તે પદાર્થને આપણે હવામાં ટકાવી શકીએ. સામાન્ય માણસની નજર પણ પહોંચે નહિ એવા અબળયળી ભરેલા પ્રયોગો-ખેલો-આ રીતે થઈ શકે છે.



મો'ટી કાયની શીશી તણખલાવડે અદ્ધર રાખી શકશો ?

પ્રમાણિકા હંદ.

ન ચિત્ત-પાર દાખીએ, સુશુભ મર્મ રાખીએ;
ન તો લઘુજનો વડે, મહાન તેય ઉપડે. ૧
શુરુત્વમધ્યર્થિદુને, લહી ઉપાડતા તૃણે;
મહોટો શીશી કાયની-પ્રતીતિ આપું સાચની. ૨



ચિત્ર ૩૧ મું. કાયની મો'ટી શીશી.

મોટી કાચની શીશી તણખલાવડે અદ્ધર રાખી શકશો? ૧૫૫

મોટી કાચની શીશીને પાણીથી ભરી તેને એક તણખલાવડે ઊંચકવાની ચુકિતનું કોઈને મો'ડે કથન કરવા જઈએ તો તે તરતજ પોતાની સામાન્ય બુદ્ધિથી હસી કા'ડશે અને એજ સવાલ પૂછશે કે શું મોટી કાચની શીશીને કોઈ દહાડો એક તણખલાથી હવામાં અદ્ધર રાખી શકાય કે? એવા મનુષ્યોને આ પાસેનું ચિત્ર જોવાની ભલામણ કરીએ છીએ.

આ પ્રયોગમાં કેવી ચુકિત છે તેનું વર્ણન કરીએ. એક મોટી શીશીમાં ગળાસુધી પાણી ભરો, તથા એક મજબૂત એટલે તડોવાળું કે ફાટેલું ન હોય એવું તણખલું અથવા નરમ સળી લો, અને પાણીવાળી શીશીમાં એને ઘાલતાં પહેલાં વચ્ચેથી વાળો. આમ કરવાથી શીશી ઊંચકાય છે ત્યારે સહજ વાંકી રહે છે. અને તેથી તણખલાને અંદર ઘાલ્યા પછી શીશીનું ગુરુત્વમધ્યબિંદુ ખસીને જ્યાંથી એ શીશીને લટકાવવામાં આવી છે તે બિંદુની ધરાખર નીચે આવે છે. અને એમ થયું કે તણખલાવડે આપેલો આધાર આકર્ષણના બળનો અટકાવ કરે છે. ઉપરના ચિત્રથી હસ્તક્રિયા કેવી રીતે કરવી તે સમજાય એમ છે.



પડી જાય એવા જણાતા મિનારાઓ.

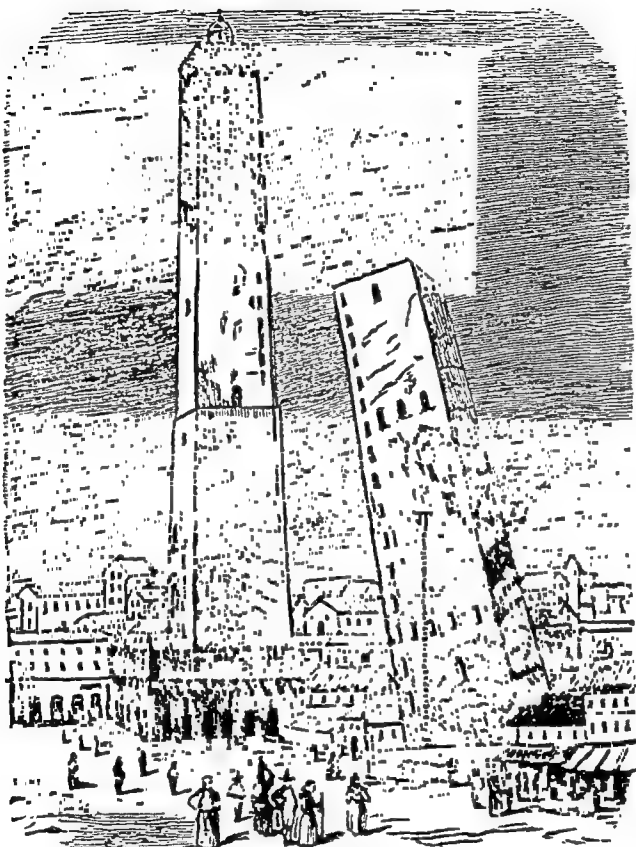
દાહરા.

રહે ગમે તે સ્થિતિ વિષે, પણ જે કાળજી હાથ;
તો તે નરનું પતન થઇ, કદી બને ન અનાથ. ૧
જુઓ મિનારા છે નમ્યા, પણ ન પડે ભૂમ્હાંય;
મધ્યર્ષિદુ રાખી રહ્યા, એ દૃષ્ટાન્ત વદાય. ૨

‘પીસા અને બોલોનાના’ મિનારાઓ એટલા તો વાંકા થઇ ગયા છે કે જાણે તે પ્રત્યેક પળે પડવાની તૈયારીમાં હોય એમ લાગે છે, તોપણ આજ કેટલા સૈકા થયાં તે તેમના તેમજ ઉભા છે. તેમની જગ્યાઇ ૧૬૫ ફુટ છે. અને તેમના ગુરુત્વમધ્યર્ષિદુથી સીધી લીટી દોરીએ તો તે સામાન્ય સ્થિતિમાં જે સ્થળે પૃથ્વિને અડકવી જોઇએ, તેના કરતાં આઠ ફીટ આગે અડે છે. સામેનું ચિત્ર જોવાથી એ વાર્તા સ્પષ્ટ થશે.

આમ ઉભા રહી શકવામાં શું કારણ હશે? ઘણા લોકો-એ ગામમાં કેટલાક જૂના ને નબળા ઘરોની ભીંતો પણ અગાડી ધસી આવેલી જોઇ હશે. એ પણ ન પડવાનું કારણ શું હશે? એ જાણવાની જુજાસા પણ સહજ થાય છે. એનું કારણ આ પ્રમાણે છે; આધારથી ટેકવાયેલા પદાર્થોમાં જેમને એકજ ઠેકાણેથી આધાર મળે છે કે ટેકવાયેલા રહે છે તેને કોઇ પણ ઠેકાણેથી જગ્યકતાં ગુરુત્વ મધ્યર્ષિદુ એ ટેકાની ખરાબર નીચે કે ઉપર હોય છે. જે ઠેકાણેથી, ટેકવાયેલી વસ્તુમાં ગુરુત્વમધ્યર્ષિદુ તે જે ટેકાની વચ્ચે સીધી લીટી દોરીએ તો તે લીટીની ખરાબર ઉપર હોય છે. અને ત્રણ ઠેકાણેથી અથવા ચાર ખૂણેથી ટેકવાયેલી વસ્તુમાં ગુરુત્વમધ્યર્ષિદુથી

સીધી લીટી દોરીએ તો તે નીચેના તળીયાના લાગમાં ગમે તે કોઈ ઠેકાણે આવી રહેવી જોઈએ, નહિ તો તે વસ્તુ



ચિત્ર ૩૨ મું પીસા અને બોલોનાના મિનારાઓ.

સ્થિર કે ઉભી રહે નહિ. આ મિનારાઓ વગેરે દાખલામાં એ પ્રમાણે બને છે, તેથી વાંકા થયેલા અને પડું પડું થયેલા બાંધકામો પણ ઉભાં રહી શકે છે.



જૂદે જૂદે વખતે માણસના શરીરની સ્થિતિ.

ગીતિ.

મધ્યભિંદુ નિજ તનનું, જાળવીને જન કરે ઘણાં કામ,
તો જાળવી નિજ મનનું, શું ન સધાયે વિચારી લો આમ. ૧

શરીરને જૂદા જૂદા કાર્ય પ્રસંગે જૂદી જૂદી ઢબમાં
આપણે મૂકીએ છીએ તે તો કદાચ વાંચનારને યાદ હશે.
જ્યારે આપણી પાસે કંઈ જોતો હોતો નથી ત્યારે આપણે
ટટાર ઉભા રહીએ છીએ. જ્યારે મજૂરના ઘરડા ઉપર કો-
થળો મૂકીએ છીએ ત્યારે તે આગળથી વાંકો થઈને ચાલે



ચિત્ર ૩૩ મું. જૂદે જૂદે વખતે માણસના શરીરની સ્થિતિ.

છે (ચિત્ર ૩૩ મું). તેમ જ એક હાથમાં કાંઈ લારવાળી
ચીજ પકડી હોય છે તો બીજા હાથ તરફ આપણને વાંકા
વળવું પડે છે (ચિત્ર ૩૩ મું). આ બધી વિવિધ અંગસ્થિ-
તિઓ શા સારું કરવી પડતી હશે તે પાછળના વિષયો જેમણે

જૂદે જૂદે વખતે માણસના શરીરની સ્થિતિ. ૧૫૬

વાંચ્યા હશે તેમને ખાસ કહેવાની જરૂર પડશે નહિ, તોપણ આપણે તેનું કારણ જણાવીએ છીએ.

માણસના શરીરને વજન છે એટલે તેને પણ ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ લાગુજ છે, અને તેથી શરીરમાં પણ એક ગુરુત્વ મધ્યબિંદુ ધારી શકાય છે, અને જે સાધારણ રીતે પેદુના મધ્ય ભાગમાં જરા નીચાણ પડતું હોય છે. તેમજ જે કોથળો ખરડાપર મૂકવામાં આવે છે તેને તેમજ ખીજ જે ભારવાળી વસ્તુ ઊંચકી હોય તેને પણ ગુરુત્વમધ્યબિંદુ હોય છે. પરંતુ જ્યારે શરીરપર કે હાથવડે બોલે ઉપાડવામાં આવે છે ત્યારે શરીર અને બોલતું એકઠું ગુરુત્વમધ્યબિંદુ મનુષ્યના શરીરના સાધારણ ગુરુત્વમધ્યબિંદુ આગળ ન રહેતાં બીજે ઠેકાણે હોય છે. કારણ કે શરીર અને બોલ પર કાર્ય કરતાં બે જૂદાં જૂદાં બળોનું એક પરિણામી બળ ધારી શકાય, અને તે જ્યાં આગળ કાર્ય કરતું માલમ પડે છે તે બળનેનું એકત્ર ગુરુત્વમધ્યબિંદુ છે. અને એ નવા મધ્યબિંદુથી જે સીધી લીટી લોંચ તરફ દોરીએ તે બે તે માણસના બે પગ વચ્ચે દોરી શકાતી સીધી લીટી ઉપર કોઈ પણ ઠેકાણે આવી રહેતો માણસ ઉથલી પડે નહિ કે બોલે પડી જાય નહિ. સીધાં રહેવાથી તે લીટી બે પગ વચ્ચેની લીટીની બહાર પડે અને બોલે પડી જાય, તેથી વાંકા રહેવાની તજવીજ કરવામાં આવે છે.

આપણા દેશના દોરડાપર ચાલનારા.

દાહરો.

મધ્ય ણિદુ તનનું ગ્રહી, રહે અધર નટ જેમ;

લમ મનનું પણ પકડતાં, સિદ્ધિ મળે નહિ કેમ ?

૧

ઘણા લોકો આપણા દેશના ખેલાડીઓને દોરડાપર ચાલતા અને નાચતા કૂદતા તથા વિવિધ કસરતો કરતા જોઈને સાનન્દાશ્ચર્ય પામ્યા વગર રહ્યા હશે નહિ. તેમજ વિલાયતમાં પણ એવા ખેલ કરનારાઓ હોય છે. તેમાના કોઈ કોઈ આ દેશમાં આવે છે અને રાજ રજવાડાઓ તથા શેઠ સાહુકારો આગળ પોતાના ખેલો બતાવે છે, અને હજારો રૂપીઆ લે છે. પરંતુ આપણા દેશના આ બિચારા હલકા લોકોને એમના અભયથી ઉપજાવે એવા ખેલો માટે આપણા લોકો તરફથી કંઈ પણ પોષણ મળતું નથી એ ઘણી શોકની વાત છે.

હવે આપણે એ લોકોની કૃતિમાંથી એમના ખેલનું કારણ શોધી કાઢીએ. એ લોકો હાથમાં મોટો વાંસ રાખે છે તે તો સૌએ જાણે હશે. એ વાંસનો શો ઉપયોગ છે, તે જાણેજ કોઈના લક્ષમાં આવ્યો હશે. એટલી તો હવે બુદ્ધિમાન વાંચનારને સમજ પડી હશે કે દોરડાપર ચાલવા વિગેરેની ક્રિયા ક્તેહમંદ કરવામાં રહસ્ય તો શુરુત્વમધ્ય-ખિંદુને દોરડાવડે આધાર આપવામાંજ રહેલું છે. પણ જરાકમાં વાંકાચુંકાં થતાં અને વિવિધ ક્રિયાઓ કરતાં શુરુત્વ-મધ્યખિંદુ શરીરમાં જો કે એકજ ઠેકાણે રહે છે પરંતુ જે દોરડું એનો આધાર છે તેનાથી ત્રીધી લીટીમાં ઉંચું ન રહે તો ખેલાડી નીચે પડે. આમ હોવાથી આ ખેલમાં મુખ્ય

કર્તવ્ય એજ છે કે ગુરુત્વમધ્યખિંદુને દોરડાંની સીધી લીટીમાં ઉંચે રહે એમ રાખવું, અને તેથી આ વાંસડો રાખવામાં આવે છે. એનો ઉપયોગ એવો છે કે કંઈ ક્રિયા કરતાં ગુરુત્વમધ્યખિંદુવાળો શરીરનો ભાગ જેવો એક બાબુપર ખસતો લાગે છે કે તરત ખેલાડી પોતાના હાથમાં રાખેલા વાંસડાને સામી બાબુ તરફ ફેરવે છે. એટલે વાંસડાનું અને શરીરનું બંનેનું એકત્ર ગુરુત્વમધ્યખિંદુ પાછું દોરડાપરનું દોરડાપર રહે છે. અલબત્ત આ ચાલાકી અને અભ્યાસનું કામ છે.

ઉપયોગી સૂચનાઓ.

ઓપાર્ષ.

મધ્ય ખિંદુનો બાણી ખેલ, કાર્ય વિષે કરવાને મેળ;

ઉપયોગી સૂચન આ કામ, કહું આવશે કો દિન કામ. ૧

૧ એક પહોળું ગાડું સાંકડા ગાડાં કરતાં વધારે સ્થિર રહે છે, અને જેમ બને તેમ ભારે વજન હોય તે ગાડામાં નીચે નાંખવું કે જેથી બધાનું એકદું ગુરુત્વ મધ્ય ખિંદુ જેમ બને તેમ નીચેના ભાગમાં રહે.

૨ હોડીમાં જેમ વધારે ઉંચાણ સુધી ભાર ભર્યો હોય છે તેમ તેને ઉંધી વળવાની ધાસ્તી વધારે રહે છે.

૩ મિનારાનો આકાર સૌથી વધારે સ્થિર રહી શકે છે, એટલે કે તેને પડવાનો ભય થોડો રહે છે.

૪ માણસ પોતાનો હાથ અને પક્ષી પોતાની ડોક ઉંચી કરે છે એટલે ગુરુત્વમધ્યખિંદુનું ઠેકાણું બદલાય છે.

૫ જનાવરનાં બચ્ચાં કરતાં બાળક મોડું ચાલતાં શીખે છે. બાળકને શરીર સ્થિર રાખવાનું જનાવર કરતાં વધારે

અઘરું પડે છે. કારણ કે જનાવરને પોતાના ગુરુત્વમધ્ય-
ખિંદુથી દોરાતી સીધી લીટી પોતાના ચાર પગથી થતા ચોરસ
તળીયામાં કોઈ પણ ઠેકાણે આવી નય એટલે બસ. બાળકને
માત્ર બેજ પગથી ઉભા રહેવાનું હોવાથી બાળકના ગુરુત્વ
મધ્ય ખિંદુથી દોરાતી સીધી લીટી તેના બે પગ વચ્ચે દોરી
શકાતી સીધી લીટીપરજ કોઈ ઠેકાણે અડકવી નોંધએ; જરા
આમ કે આમ બહાર અડકે એમ થયું કે બાળક પડી જવાનું.
અને તેથી એને સ્થિર રહેતાં શીખવું પડે છે.

૬ ઘરમાં હાંધ્યાંની ઉતરેડ ગોઠવવામાં, કે માથે બેડાં
મૂકી પાણી લાવવામાં કે એવીજ બીજી રીતે એક ઉપર
બીજું ને બીજાંપર ત્રીજું વાસણ ગોઠવવામાં હમેશાં મો'ટા
વાસણપર ના'નું વાસણ મૂકાય છે. અને તેમજ થવાની જરૂર
છે એમ તો તમારા લક્ષમાં આવ્યું હશે. કારણ કે જેમ
મો'ટું વાસણ નીચે હોય તેમ જમીનને કે આધાર આપનારી
વસ્તુને અડકતું તે વાસણનું તળિયું પણ મો'ટું હોવાનું અને
તેથી એક ઉપર એક મૂકેલા બધાં વાસણનાં એકત્ર ગુરુત્વ-
મધ્યખિંદુથી દોરાતી સીધી લીટી એ તળિયાની બહાર જવાનો
સંભવ ઓછો થાય છે; ને બહાર નય તો બધું ગબડી પડે.

૭ કેટલીક વખતે એક બાજુપર ટેકરો હોવાથી ગાડી
તે બાજુથી ઉંચી બહુ થઈ નય છે અને ગુરુત્વમધ્યખિંદુ
પેલા નીચાણના ભાગ તરફ નય છે. અને તેથી ગાડી
ઉઘડી પડવાની ધારતી રહે છે. એવે પ્રસંગે ઉંચાણના ભાગ
તરફ વધારે વજન કરવાથી તેમ થતું અટકે છે. આથીજ ન્યારે
ગાડીમાં આપણે બેઠા હોઈએ ત્યારે જે બાજુપર ટેકરો આવે
તે બાજુપર બેસવાની કે ખસી જવાની જરૂર રહે છે.

કાગળમાં પાણી ઊનું કરવાની રીત.

પદ્ધતી ૭૬.

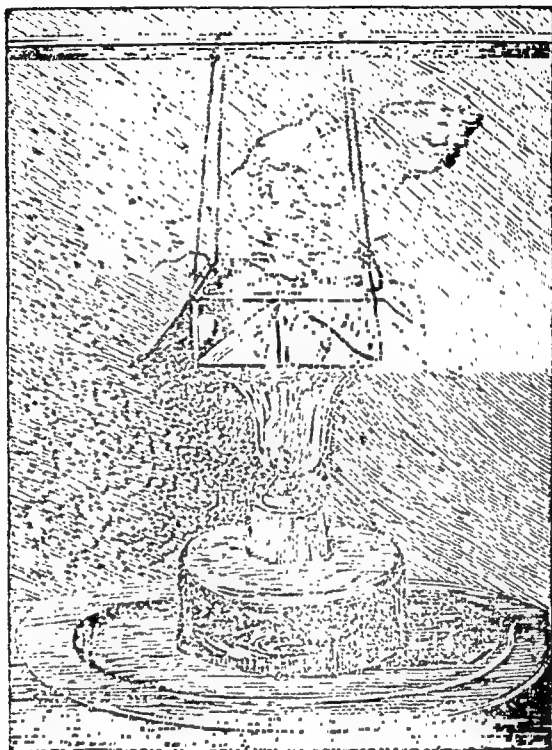
સંગી સમર્થ જો હોય કોઈ, તે તરફ શકે નહિ કોઈ જોઈ;
કાગળ જળ ખેતો થતાં સાથ, નવ અગ્નિ લગાડી શકે હાથ. ૧

એ તો સૌના જાણવામાં હશેજ કે કાગળ એવી તો જવાળામુખી વસ્તુ છે કે દીવા કે દેવતા પાસે આવતાં વારજ બળવા માડે છે. એવી વસ્તુમાં જોઈએ તેટલું પાણી ઊનું કરી શકાય એ વાત ખરે ખર નવાઈ જેવી લાગે છે. અને સાધારણ બુદ્ધિનો માણસ એમ ધારે કે એમ બની શકવું અસંભવ છે તો તેમાં તેનો જરા પણ દોષ નથી.

કાગળમાં પાણી કેમ ઊનું કરવામાં આવે છે તે ચિત્ર ૩૪ માં પરથી તમારા ધ્યાનમાં આવશે. ના'નાં છોકરાંઓ જેવી રીતે કાગળના ખડીઆ ફટાકા વગેરે બનાવે છે તેમ તમે એક કાગળની ના'ની સરખી વાડકી બનાવો. ટેબલના ખાના જેવા આકારનું ખાનું થશે તોપણ ચાલશે. પછી તેને ચારે બાજુથી ઝીણી દોરીવડે એક બરાબર આડા આધાર સાથે ટાંગો. આ બનાવેલા વાસણમાં પાણી ભરીને નીચે બળતો દીવો મૂકો તો કાગળ બળશે નહિ ને પાણી ઊનું થવા માંડશે. એટલે સુધી તમે ફોલ્ડમંદ થઈ શકશો કે પાણી ઉકળશે ને વરાળના ગોટેગોટા નિકળશે પરંતુ કાગળને જરા પણ આંચ લાગશે નહિ.

આ પ્રયોગ કરનારને સાવચેતી માત્ર એટલીજ રાખવાની છે કે કાગળનાં ખાનાનું તળ જેમ બને તેમ બરાબર સમાન આડું રહેવું જોઈએ, જેથી ખાનાના આખા તળપર પાણી સરખું રહેશે. અને તેથી દીવાની જ્યેષ્ઠ કાગળને નીચેથી

જે જે ઠંડાણે લાગશે તે તે ઠંડાણે ઉપર પાણી હોવાનુંજ.
અને દીવાની ગરમી જેવી કાગળને લાગી કે તરત પાણી
પોતે તે ગરમી ચૂસી લેવાનું.



ચિત્ર ૩૪ મું કાગળમાં પાણી ભરું થાય છે.

વિચારવાન માણસના મનમાં આ પ્રયોગ ચમત્કારરૂપ
લાગવાની સાથે જ્ઞાસા પણ ઉત્પન્ન કરે છે. એવા માણસની
જ્ઞાસાની તૃપ્તિ અર્થે આ દેખાતા ચમત્કારનું સમાધાન
આપવું અવશ્યનું છે.

કોઈ પણ પદાર્થને ઉષ્ણતા (ગરમી) આપવામાં આવે
છે તો તે ગરમ થાય છે એ નિયમથી કોઈ અણુજાણુ નથી.

પરંતુ જે જૂદી જૂદી વસ્તુઓને એક સરખી ગરમી આપવામાં આવે છે ત્યારે તેમાંનો કોઈ તરતજ ગરમ થાય છે અને કોઈ મોડો ગરમ થાય છે. એમ થવામાં ગરમીને એક ભાગથી બીજા ભાગમાં મોકલવાનો ધર્મ, જે વાહક ધર્મ કહેવાય છે તે, તેમાં આછાવત્તા પ્રમાણમાં હોય છે, એજ કારણ છે. દાખલા તરીકે તાંબુ, લોહું વગેરે ધાતુઓ ઉષ્ણતાના સારા વાહક છે, તેથી એ પદાર્થો એક છેડેથી બીજે છેડે સુધી સપાટાથી ઊના થાય છે. વળી કાચ, કાષ્ટ વગેરે પદાર્થો નિર્બળ-હલકા-વાહક છે તેથી તે ઝટ ઊના થઈ શકતા નથી. ઉપરના પ્રયોગમાં પણ પાણી સારો વાહક હોવાથી ઝડપથી કાગળની ગરમી પોતામાં ખેંચી લે છે એટલે કાગળ ઝાઝો ગરમ થવા પામતોજ નથી. લગાર ઊનો થયો કે તેની ગરમી પાણી ચૂસી લે છે, કે કાગળ પાછો ટાઢો ને ટાઢો રહે છે. આ પ્રમાણે ઘણો વખત સુધી ચાલ્યા કરે છે, તેથી કાગળના વાસણમાં પાણી ઉકાળી શકાય છે. અમેરિકામાં તો કાગળની પતેલીઓમાં રાંધે છે. અને મો'ટી મો'ટી ગાડીઓનાં પૈડા કાગળના બનાવે છે. ખરેખરી બુદ્ધિની પરિસીમા!!

મસલિનના રૂમાલપર દેવતા.

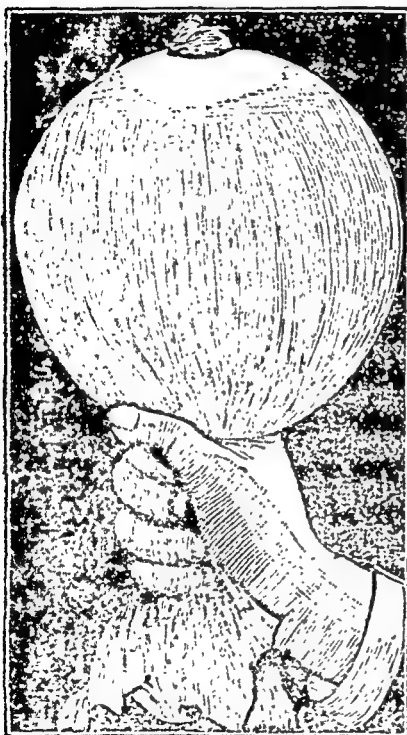
દાહરો.

ગોળાને દૃઢ વળગતાં, ટળે વસ્ત્રનો તાપ;
પ્રભુને જન દૃઢ વળગતાં, ક્યમ ન ટળે સંતાપ. ૧

કાગળના વાસણમાં પાણી કેવી રીતે ઊતું કરવું તે તો તમે પાછળ શીખ્યા, તથા શા નિયમોથી તેમ બની શકે છે તે પણ જાણ્યું. બીજા ઘણા અભયબી ભરેલા પ્રયોગો

એજ નિયમોથી કરી શકાય છે, જેમાંનો એક પ્રયોગ નીચે આપીએ છીએ.

એક તાંબાનો ગોળો આસરે રમવાની દડી જેવડો લો અને તેને સારા મસલિનના રૂમાલમાં વીંટાળો. ચિત્ર ૩૫ માં



ચિત્ર ૩૫ મું મસલિનના રૂમાલપર દેવતા.

ગતાવ્યા પ્રમાણે રૂમાલની ખીલકુલ કચ્ચળી પડે નહિ એ પ્રમાણે ઝાલો; અને પછી તેનાપર બળતો અંગારો મૂકો. આ અંગારો પૂર્ણ પ્રકાશ સહિત બળશે પરંતુ મસલિનને કંઈ પણ આંચ આવશે નહિ. એતું કારણ પાછળના પાઠમાંથી મળેલા જ્ઞાનપરથી તમે આપી શકશો. પરંતુ તે સ્પષ્ટ થવા માટે જણાવીએ: દેવતામાંથી જે ટલી ગરમી નીકળે છે તે બધી-તાંબુ સારો વાહક હોવાને લીધે-તાંબાનો ગોળો રૂમાલમાંથી એકદમ ચૂસી લે છે, અને આથી રૂમાલ એકદમ વધારે ગરમ થવા

પામતો નથી, અને એટલી ગરમી સૂધી પહોંચતો નથી કે જે ગરમી વડે તે બળવા માંડે.

સંબંધાર્કર્ષણ.

રથોદ્ધતા છંદ.

જ્યાં લગી ધન તમો રહેલ છે, જ્યાં લગી રજ પ્રવાહ મેળ છે;
 લાંલગી જગ સંબંધ ખેંચશે, સત્વ વાયુસમ ઉર્ધ્વ વાધશે. ૧

અર્થ:-પદાર્થ જ્યાં લગી ધન અને પ્રવાહી સ્થિતિમાં હોય છે ત્યાં
 લગી સંબંધાર્કર્ષણ ખેંચે છે, પણ વાયુરૂપ સ્થિતિમાં તેમ નથી; તેવીજ
 રીતે આંતઃકરણ તમઃ અને રજઃ રૂપ સ્થિતિમાં હોય છે ત્યાં લગી તેને
 જગતનું આકર્ષણ હોય છે પણ સત્વ પ્રાપ્તિ થતાં ઉર્ધ્વગચ્છાન્તિ સત્ત્વસ્થા:
 એ વાક્ય પ્રમાણે ઉર્ધ્વ ગતિ પ્રાપ્ત થાય છે.

એ તો સૌના જાણ્યામાંજ છે કે કોઈ પદાર્થના ભાગ
 પાડવા હોય કે કકડા કરવા હોય છે ત્યારે આપણે ઓછું-
 વત્તું બળ વાપરવું પડે છે. જેમ ગુરુત્વાકર્ષણથી ખેંચાતા
 પદાર્થને પડતો અટકાવવાને બળ વાપરવું પડે છે, તેમ અ-
 હીંઆ પદાર્થને ભાંગવાને (એટલે તેના અણુઓને એકત્ર
 રહેતા અટકાવવાને) બળ વાપરવું પડે છે. આથી એમ સા-
 ણિત થાય છે કે દરેક પદાર્થમાં એવું કંઈ બળ હોવું જોઈએ,
 કે જે બળવડે તે પદાર્થના અણુઓ એકત્ર રહ્યા છે. આ
 બળને સંબંધાર્કર્ષણ કહીએ છીએ.

કોઈ પણ પદાર્થને ભાંગવાને તેમાં રહેલા સંબંધાર્કર્ષણના
 બળથી આધક બળ વાપરવું પડે છે. દાખલા તરીકે લાકડું,
 પથ્થર, ધાતુ ઇત્યાદિ ધન પદાર્થોને વાળવાને કે ભાંગવાને
 અથવા ભૂંડો કરવાને તેમના પર ઘણું બળ લગાડવું પડે છે.
 કારણ કે તે પદાર્થોમાં સંબંધાર્કર્ષણનું બળ વિશેષ છે. પાણી,
 પારો, ઇત્યાદિ પ્રવાહી પદાર્થોમાં એ બળ એટલા જોરમાં હોતું
 નથી, અને તેથી તેમને છૂટા પાડવામાં ઓછું બળ જોઈએ છે.
 વાયુરૂપ પદાર્થોમાં નહીંજ જેવું આ બળ હોય છે, અને
 તેથી તેમને છૂટા પાડવામાં યત્ન કરવાની જરૂર પડતી નથી.

આપણે પદાર્થોને કઠિન અથવા નરમ કહીએ છીએ તે આ સંબંધાકર્ષણના ઓછા વત્તાપણાને લીધેજ છે એમ હવે તમને સમજાયું હશે. કારણ કે જેમાં આ સંબંધાકર્ષણનું બળ વધારે હોય તેવા પદાર્થો કઠિન કહેવાય છે. અને બીજાઓ જેમાં જેમ તે ઓછું તેમ તે નરમ કહેવાય છે. આ પ્રમાણે ઘન પદાર્થોમાં આ આકર્ષણ બળવાન છે તેથી તેઓ કઠિન હોય છે, અને પ્રવાહી પદાર્થોમાં ઓછું બળવાન આકર્ષણ હોવાથી તે નરમ અને વાયુરૂપ પદાર્થો છેકજ નરમ છે.

વળી પદાર્થોના અણુઓ છૂટા પડેલા હોય છે તોપણ તેમને પાસે પાસે લાવવામાં આવે છે કે તરત આ સંબંધાકર્ષણ ચાલુ થાય છે. દાખલા તરીકે પારાનાં બે ટીપાંને પાસે પાસે લાવશો તો તેઓ એકત્ર થઈ જશે. તેજ પ્રમાણે પાણીના સંબંધમાં પણ નીચેનો પ્રયોગ કરી જોવાથી પૂર્ણ ખાતરી થશે.

લીસી કરવા સાડ તેલમાં બોળેલા ચીંથરાવતી લુછેલી કાચની રકાબી પર થોડું પાણી રેડો. તે પાણી પર તેવીજ જાતની બીજી કાચની રકાબી મૂકો અને પૂરીથી તે ઉપર મૂકેલી રકાબીને ઉંચકી દો.

આ પ્રયોગમાં આપણે પ્રવાહી પદાર્થના ભાગોની વચ્ચેનું અસપર્શનું કાર્ય ઘણીજ અસરકારક રીતે જોઈ શકીએ છીએ. જ્યારે પાણીને નીચલી રકાબી પર રેડવામાં આવે છે ત્યારે તેના નાના ગોળ બિંદુઓ (છાંટાઓ)માં ભાગ પડી જાય છે. પાણીના અણુઓ એક બીજાની સાથે વળગી રહેવાનું વલણ કરે છે તેની આ એક સાબીતી છે. તેઓને દાબીને સપાટ કરવામાં આવ્યા પછી જ્યારે ઉપલી રકાબી ખસેડી દેવામાં આવે છે ત્યારે તેઓ આ પરસ્પરના કાર્યને લીધે પોતાનો ગોળ આકાર ફરીથી ગ્રહણ કરે છે. વાયુરૂપ પદાર્થોમાં આ પ્રમાણે એકત્ર રહેવાનું કાંઈ વલણ જોવામાં આવતું નથી પણ આપણે આગળ જોઈશું કે આથી ઉદ્ભવ થાય છે.

સૃષ્ટિમાં પ્રવર્તતા બળો અને તેનો ઉપયોગ.

વસંતતિલકા છંદ.

જે ઈશ શક્તિ ગહુધા રહિ વિશ્વ વ્યાપી,
વિશ્વંભરત્વ પદને ન તજે કદાપિ;
સૃષ્ટિ-નિભાવ કરવા સઘળે પ્રવર્તે,
તે ઈશને સ્મર ન રે', નર મોહગત્તે. ૧

સૃષ્ટિના જૂઠા જૂઠા બનાવો અને પદાર્થોનો અભ્યાસ કરનાર વિદ્યાર્થીને તેમજ તે સંબંધી ગ્રંથ વાંચનારને ઠેકાણે ઠેકાણે મોહક પ્રયોગો જોવાના આવે છે, રસમય વાતો સાંભળવાની મળે છે, એટલુંજ નહિ પણ આ વિશ્વના પદાર્થોમાં કેવા ગુણ ધર્મો રહેલા છે, તે ગુણ ધર્મો હોવાથી શા શા લાભ છે અને તેમના અભાવથી શી શી હાનિ થાય એમ છે, તથા જૂઠા જૂઠા બનતા બનાવોથી સૃષ્ટિનો નિભાવ કેવો સરળ રીતે ચાલે છે અને તે બનાવોની ગેરહાજરીમાં આખી સૃષ્ટિનો કારભાર એક ક્ષણવારમાં કેવો ધૂળધાણી થઈ જાય એમ છે એ સઘળું જાણવામાં તથા જોવામાં આવે છે. જેમ કોઈ સુંદર ભવનમાં નિવાસ કરનારને માટે સર્વ નવીનવી જાતની સગવડો રચી રાખેલી જોઈને આપણે તેના બનાવનાર શીલ્પીના જ્ઞાન માટે આશ્ચર્ય પામીએ છીએ, તેમ આખા વિશ્વમાં આ પ્રકારની હાંપણવાળી વ્યવસ્થા જોઈને જે નિયમોથી આ વ્યવસ્થા ઘણા કાળથી અખંડ ચાલ્યા કરે છે તે નિયમોને માટે સાનંદ આશ્ચર્ય પામીએ છીએ; તથા આ નિયમોને પ્રવર્તીવનાર સમર્થ સત્તા જેને આપણે પરમેશ્વર કહીએ છીએ તેના તરફ, આપણાપર થતા ઉપકારને લીધે આભારની લાગણી જાગ્રત થાય છે. અર્થાત્ આ વિદ્યાના વિષયો જાણનાર મનુષ્ય પરમેશ્વરની મહ-

તાનો અને તેના કાર્યની ખુબીનો વાસ્તવ અનુભવ કરે છે. અને તેથી સામાન્ય મનુષ્યકરતાં વિદ્યાના જ્ઞાનવાળો મનુષ્ય પરમેશ્વરના મહિમાનું ગાન કરવામાં વિશેષ શ્રદ્ધાવાન હોવો ઘટે છે.

હાલ તો આપણે આ નિયમોમાં કેટલું કહાપણ રહેલું છે તે જણાવીએ છીએ. દાખલા તરીકે પાછળ વર્ણેલા ગુરુત્વાકર્ષણ અને સંબંધાકર્ષણના બળો વિષે આપણે વિચારીએ. ધારે કે ગુરુત્વાકર્ષણનું બળ છેજ નહીં અને પૃથ્વી પોતાની તરફ વસ્તુઓ ખેંચતી નથી તો શો પરિણામ થશે ? ઘણીવાર આપણે ટેકરાપર ચઢતા હોઇએ છીએ ત્યારે આપણને એમ થાય છે કે આપણે સહેલાઇથી ચઢી શકીએ તો કેવું સારું ! વળી આપણે એમ પણ ઇચ્છીએ છીએ કે આ ગુરુત્વાકર્ષણ ન હોય તો ઠીક પડે ! પણ જો તેમ થાય તો આપણું ખરેખરું દુર્ભાગ્યજ સમજવું. જો ગુરુત્વાકર્ષણ ન હોય તો પછી પદાર્થોનું વજન પણ રહેવાનું નહીં. પછી આપણે કદાચ ટેકરીપર સહેલાઇથી ચઢી શકીએ ખરા પણ જો ભોગજોગે હવામાં ફૂદકો માર્યો તો પછી ત્યાંના ત્યાંજ ત્રિશંકુની પેઠે અધ્ધર રહેવાના; કારણ કે નીચે ખેંચનાર ગુરુત્વાકર્ષણ તો છે નહીં ને તેના અભાવે આપણો કંઈ ભાર નથી કે જેથી નીચે આવી શકીએ; અને કદાચ એમ પણ બને કે જન્મારા મુધી આ દુનિયા સાથેનો આપણો સંબંધ છૂટી જાય ! આપણા ઘરમાંની વસ્તુઓ કોઈ ભોંયપર ને કોઈ અધ્ધર ને કોઈ છાપરાપર પડી રહેવાની. વળી વિશેષ તો ચંદ્ર કે જે પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણને લીધે આસપાસ રહે છે તે પણ પછી રસ્તે પડી જવાનો અને પૃથ્વી પણ સૂર્યના કોઈ પ્રકારના બંધનમાં નહીં હોવાથી આકાશમાં આમતેમ નિયમવિના વિચરવાની. એટલે રાત્ર દિવસ શા ! અને પછી ઋતુઓ શી !

અને તેમ થાય તો પછી પૃથ્વીપર મનુષ્યાદિ પ્રાણીઓના જીવનની પણ આશા ક્યાંથી રાખવી ?

વળી એજ પ્રમાણે જો સંબંધાકર્ષણ ન હોય તો ઘન પદાર્થોના પરમાણુઓ એકત્ર (સંયુક્ત) ન રહેતાં છૂટા પડી જાય અને ભૂકો થઇને પડે. જો આપણા ટેબલ અને ખુરશીની વતી ભૂકો થઈ રહે તો પછી તેના વગરજ ચલાવવું પડે. ઘર બંધાવવાને ઇંટ જેવું કંઈ મળી શકે નહીં કારણ કે વસ્તુઓના પરમાણુઓને તેમના આકારમાં રાખનાર સંબંધાકર્ષણનો અભાવ હોવાથી તેઓ ભૂકારુપજ થઈ જવાની, તો પછી આપણે ઘર વગર ચલાવવું પડે. ટુંકામાં કહીએ તો આપણા શરીરોની પણ એજ દશા થાય અને આખું વિશ્વ એક ધૂળનો ઢગલો થઇને પડે !



શરીર-રચના.

ઇંદ્રવિજયછંદ.

હાડતણો કરો કાટ કળા થકિ માંસ રૂઘિરનો ગાર લગાવી,
અંધન નાડિ તણાં અહુ બાંધો સુકેશ રંવાટિનું છાજ છવાવી;
ચામડી કેરો ચટાઇ ચઢ્ઢિશ ભીંત ભડાંપર કેવી વીંટાવી,
આ તન રૂપડો કાંધો ખડી જીવ જંગમઃઆવી વસ્યો મહીં ભાવી. ૧

શરીરમાં થતી ક્રિયાઓનાં સ્વરૂપ જાણવા માટે શરીરમાં કયા કયા અવયવો છે તથા તે કેવી રીતે ગોઠવાયલા છે એ જાણવું પ્રથમ જરૂરનું છે. વળી તે દરેક અવયવો કેવા પદાર્થના બનેલા છે, તે પદાર્થોના શા ગુણ છે, તથા તે અવયવો શરીરના નિર્વાહમાં શું શું કામ કરે છે, એ પણ જાણવું જરૂરનું છે. તેથી પ્રથમ તેનું ટુંક વર્ણ કરીએ છીએ.

મનુષ્ય શરીરના સાધારણ રીતે બે ભાગ પાડી શકાય છે. (૧) ડોકું અને (૨) ધડ. તથા ધડના પણ બે વિભાગ પાડી શકાય, એક તો છૂટા અવયવો હાથ પગ વગેરે અને બાકીનું ધડ. ડોકામાં ચહેરાનો ભાગ, તથા ઉપર તાળવા આગળ ખોપરીનો ભાગ તથા પાછળનો ખોપરીનો ભાગ એમ વિભાગો થઈ શકે છે. ચહેરાના ભાગમાં કપાળ, બે આંખો તથા નાક અને મોઢાંડું એટલા તો આગળજ દેખીતા છે, તથા અંદર પડતાં અવયવોમાં જીભ અને તેની પાછળથી ધડમાં જતી બે નળીઓ એ મુખ્ય છે. ઉપરના ખોપરીના ભાગમાં જેને આપણે મગજ કહીએ છીએ તે આવેલું છે. એ મગજમાં પણ બૂદ્ધા બૂદ્ધા ઘણા ભાગો છે, પરંતુ તે સર્વેનું વર્ણન કરતાં ઘણું લંબાણ થઈ જાય; વળી તેની નીચેના ભાગમાં જેનાથી આપણે અવાજ સાંભળીએ છીએ તે બે

કાન એ બાબુએ અકેક આવેલા છે. તથા જોપરીના પાછળના ભાગમાં મગજનો પાછલો ભાગ તથા તેમાંથી નીકળતું રાનતંતુનું મો'ટું દોરડું જે આગળ વધીને બરડાના વચલા ભાગમાં આવેલા કરોડના હાડકાની વચમાં થઈને જાય છે, તે છે. ડોકાની નીચે ગળાના અને ગરદનના ભાગમાં આગળથી કઠણ લાગતી નળી શ્વાસ લેવાની ભૂંગળી છે, જેમાંથી શ્વાસ છાતીની બજોલમાં આવેલા ફેફસાંમાં જાય છે ને એજ રસ્તેથી ફેફસાંમાંથી બહાર નીકળે છે. એ નળીની પાછળ મેહાં સાથે સંબંધ કરી રહેનારી અને ધડમાં વચ્ચેથી જનારી અન્નનળી છે. ડોકામાં ચહેરાનાં, જડાનાં, ડોકનાં, જોપરીનાં એમ જૂદા જૂદા હાડકાંઓ છે. તેમજ ધડમાં છાતી આગળ પાંસળીઓ તથા પેડુની બાબુપર બસ્તીના તથા બરડાના વચલા ભાગમાં કરોડના તથા હાથમાં અને પગમાં પણ જૂદાં જૂદાં હાડકાં હોય છે. બધાં મળીને આખા શરીરમાં ૨૦૦ હાડકાં હોય છે. જીંદગીના જૂદા જૂદા સમયે એ સંખ્યામાં ફેર પડે છે. યુવાવસ્થામાં કેટલાંક હાડકાંઓ જે છૂટા હોય છે તે મોટી ઉંમરે એકઠા થઈ જાય છે. દાખલા તરીકે બરડાના મધ્યભાગમાં વચ્ચેની કરોડનાં ૩૩ અસ્થિઓ (હાડકાં) હોય છે. આમાંનાં ઉપરનાં ૨૪ તો જન્મારા સુધી છૂટાં રહે છે, પણ ૨૫ મું ૨૬ મું ૨૭ મું ૨૮ મું ૨૯ મું એકત્ર થઈ જાય છે; તથા બાકીનાં ચાર ૩૦ મું ૩૧ મું ૩૨ મું અને ૩૩ મું પણ એકત્ર થઈ જાય છે. જોપરીના હાડકામાં પણ એ રીતે ફેરપાર થાય છે.

હવે ધડમાંના અવયવોનું વર્ણન કરીએ. છાતીના ભાગમાં જે બજોલ છે તેમાં દરેક બાબુએ એકેકું ફેપ્સું આવેલું છે. તથા ડાબી બાબુએ ચોથી અને પાંચમી પાંસળીની નીચેના

ભાગમાં હૃદય (રુધિરકોશ) આવેલું છે એમાંથી આખા શરીરમાં રુધિર (લોહી) જાય છે. ફેફસાંની નીચેથી પેટની ઉપર એક પડદો આવેલો છે. એ પડદામાંથી પેલી અન્નનળી નીચે જાય છે અને તે પડદાની નીચે જઠરના રૂપમાં ખૂલે છે. જઠરનું ખીલું નાકું પાછું નળીના જેવુંજ હોય છે અને ત્યાંથી ના'ના આંતરડાની શરૂઆત થાય છે. રળરની નળી જેવાં એ ના'ના આંતરડાં ઘણાં લાંબાં હોય છે. અને તેને જાણે ડાળી ડાળીને ભર્યાં હોય એમ લાગે છે. થોડી લંબાઈ પછી તે 'મો'ટા આંતરડાંના નામથી ઓળખાય છે. એ મોટા આંતરડા વાટે ખોરાકમાંથી ન પચન થયેલો ભાગ બહાર કા'ડી નંખાય છે. આ ઉપરાંત અન્નનળ સાથે સંબંધ રાખનાર ચક્રત અથવા કલેજ (liver) પેટમાં જઠરની જમણી બાજુએ આવેલું છે; તથા પેન્ક્રીઅસ નામનું એક અવયવ જેમાંથી નીકળતો રસ ખોરાકના પચનમાં ઉપયોગી છે તે જમણેથી ડાબી તરફ આડો આવેલો છે. એ શિવાય ઘડમાં ડાબી બાજુએ પ્લીહા (spleen) એટલે જેને તલ્લી કહે છે તે છે. વળી જેમાં પિશાબની ઉત્પત્તિ થાય છે તે બે ગુરદાઓ (kidneys) પણ તેમાંજ આવેલા છે. શરીરના મો'ટા મો'ટા અવયવોનું બહુજ ટુંકામાં આપણે વર્ણન કરી દીધું.

એ ઉપરાંત પણ બીજા ઘણા પદાર્થો છે; જેવાં કે, શરીરમાંનાં હાડકાંઓને ક્રિયા કરવાને, આમ તેમ વાળવાને સ્નાયુઓ હોય છે. એ સ્નાયુઓને બળ આપવા માટે તેનાં પદાર્થને જોઈતી વસ્તુ પૂરી પાડનારી લોહીની ઝીણી ઝીણી વાહિનીઓ હોય છે અને એ સર્વને પોતપોતાના કાર્યમાં યોગનાર-આજ્ઞા કરનાર-જ્ઞાનતંતુઓના તાર પણ સર્વત્ર પ્રસરેલા હોય છે. વળી જૂદાં જૂદાં હાડકાંઓને બીજા ભાગો

સાથે બાંધવાને નરમ પણ મજબૂત પદાર્થના બનેલા કૂચાં (cartilages) હોય છે. હાડકાંઓ હાલતાં ચાલતાં ઘસાય નહિ માટે તેમને ચરબી વગેરેના પડમાં કેટલેક ઠેકાણે ગોઠવવામાં આવ્યાં હોય છે. જૂઠ્ઠા જૂઠ્ઠા રસને ઉત્પન્ન કરનારી જૂઠ્ઠી જૂઠ્ઠી ગાંઠો હોય છે. અને આ બધાને ઢાંકીને જાણે મઠી લેનારી હોયની શું એવો સારો દેખાવ આપનારી ત્વચા અથવા ચામડી છે.

રુધિરાભિસરણ-લોહીનું ફરવું.

દોષક છંદ.

શુભૌ નદી નદના મહિમાને, માનવ પૂર્ણ ચમત્કૃતિ માને;
દિંગ બને જન જેહ વિચારી, શોણિતગંગ કથા શુણ સારી. ૧

શરીરના કોઈ પણ ભાગપર કંઈ પણ સખત ઈજા થાય છે કે સ્ફોજ પણ ઉંડો ઘા લાગે છે તો તરત લોહી નીકળે છે. આપરથી એમ લાગે છે શરીરના બધા ભાગોમાં લોહી હોય છે. પરંતુ ચપ્પુથી પગની કે બીજા કોઈ ઠેકાણાની ચામડીપર જો આપણે છરતું ઘસીશું તો પુગજેવી ઝીણી ધોળી ચામડી ઉખડશે પણ લોહી નીકળતું જણાશે નહિ. જ્યારે હજામત કરાવીએ છીએ ત્યારે પણ એમજ થાય છે, માત્ર વાળ કપાઈ જાય છે ને કોઈ વાર ચામડીની પાતળી ધોળી છોલ ઉખડે છે. જો ચપ્પુ કે અસ્ત્રો ઉપર ઉપરથી આલ્યા જવાને બદલે સ્ફોજ પણ ઉંડો જાય છે તો તરત લોહી નીકળે છે. ત્યારે આપણે શું સમજવું? ચામડી લોહીવાળી ગણવી કે લોહી વિનાની? ચામડીનાં ઘણા સૂક્ષ્મ પડો છે

તેમાંના સૌથી ઉપરના પડ શિવાય બધાં પડમાં લોહીની અતિ સૂક્ષ્મ વાહિનીઓ છે.

વળી આપણે જોઈએ છીએ કે હાથ, પગ, વગેરે કોઈ અવયવમાંથી પુષ્કળ લોહી નીકળી જાય છે તો તે ભાગ નિર્જળ થઈ ગયેલો લાગે છે. વળી જો કોઈ ભાગને ખેંચીને દોરી ખાંધી મૂકીએ છીએ તો તે ભાગ તદ્દન જૂઠો પડી જાય છે એટલે કે તેમાં લાગણી રહેલી જણાતી નથી અને તે શક્તિહીન થઈ જાય છે. વળી તે ભાગ ધીમે ધીમે કાળો ભૂરો થતો જાય છે. આપરથી એમ જણાય છે કે શરીરના દરેક દરેક ભાગને વખતો વખત એવો પદાર્થ પહોંચાડવામાં આવે છે કે જે તેને તાજે રાખે છે અને પોતપોતાનું કાર્ય કરવાની શક્તિ આપે છે. દોરી ખાંધીને આપણે તે પદાર્થને અમુક ભાગમાં જતો અટકાવીએ છીએ ત્યારે તે ભાગમાંથી ઘણું લોહી વહી ગયાથી જે સ્થિતિ થાય



ચિત્ર ૩૬. હૃદય (રક્તકોશ)

છે તેવી સ્થિતિ થાય છે. આથી દેખીતું છે કે વખતો વખત દરેક ભાગમાં આવતો આ પદાર્થ તે લોહીજ છે.

લોહીનો જથ્થો શરીરના કયા ભાગમાં રહે છે અને ત્યાંથી બધા અવયવોને શી રીતે પહોંચાડવામાં આવે છે તેનું વર્ણન કરીએ.

શરીરમાં છાતીની બજોલમાં ડાબા પાસાપર પાંસળી-
ઓની અંદરથી રક્તકેશ (હૃદય) એટલે લોહીનો જથ્થો જેમાં
છે તે અવયવ આવેલું છે. પાસેની આકૃતિમાં હૃદયનું ચિત્ર
આપેલું છે. એના જેવોજ એનો આકાર હોય છે. આ હૃદય-
માંથી લોહી આખા શરીરના બધા ભાગોમાં-ઝીણામાં ઝીણા
દરેક અવયવોમાં-જાય છે. હૃદયની બે બાજુએ બે ભાગો હોય
છે; એક તો, અંદર પડતી જમણી બાજુનો અને બીજો બહાર
પડતો ડાબી બાજુનો ભાગ. આ ભાગોના દરેકના બજો
વિભાગો હોય છે. એ દરેકના જૂદા જૂદા નામો છે. પેલા ડાબી
બાજુના નીચેના ભાગમાંથી એક મોટા નળ જેવી જાડી
ધમની વાંટે લોહી હૃદયમાંથી બહાર નીકળે છે. આ ધમની-
માંથી તરતજ બે ધમનીઓ થઈ જાય છે, અને તેમાંની
એક શરીરના જમણા ભાગ તરફ અને બીજી શરીરના ડાબા
ભાગ તરફ જતી જણાય છે. આગળ ચાલતાં તેમાંથી ધીમે
ધીમે ઝીણી ઝીણી ધમનીઓ નીકળે છે જે શરીરના જૂદા
જૂદા અવયવોમાં પેસી તે તે અવયવોના પદાર્થોમાં અતિ
સૂક્ષ્મ કેશવાહિનીઓના રૂપમાં પ્રસરે છે. આ પ્રમાણે દરેક
ઝીણામાં ઝીણા શરીરના ભાગને શુદ્ધ રાતું લોહી પહોંચે
છે. દરેક ભાગમાં જૂદી જૂદી ચાલતી ક્રિયાઓને આ શુદ્ધ
લોહી બળ આપે છે. તે તે ક્રિયાઓમાં જોઈતા પદાર્થો લો-
હીમાંથી તે તે અવયવો લઈ લે છે અને જૂદી જૂદી ક્રિયાથી
જે મેલજેવો પદાર્થ થાય છે તે લોહીને પાછો આપે છે.
આવો પદાર્થ આવવાથી લોહીનો રાતો રંગ બદલાઈ ભૂરો
થઈ જાય છે; અને જેવી કેશવાહિનીઓ વાટે તે ત્યાં આવ્યું
હોય છે; તેવીજ કેશવાહિનીઓ મારફત પેલું મેલું ભૂરું લોહી
આગળ ચાલી તે બધી એકત્ર થઈ ઝીણી ઝીણી શિરાઓ

બને છે; અને જેમ પૂર્વે શુદ્ધ લોહીની ધમનીઓ અવયવોમાં પેસે છે તેમ આ શિરાઓ તેમાંથી બહાર નીકળતી જણાય છે. પાછી કમથી આ શિરાઓ બધી ધીમે ધીમે એકઠી થતી થતી હૃદય તરફ આવે છે અને જ્યારે છેક હૃદયની પાસે આવે છે ત્યારે માત્ર એજ થઈ જાય છે. તેમાંની એક માથા તરફથી બધું ભૂરું લોહી લઈને આવનારી અને બીજી શરીરના બીજા નીચેના ભાગો તરફથી ભૂરું લોહી લઈને આવનારી હોય છે. આ બે મોટી શિરાઓ હૃદયના અંદર પડતા અને જમણી તરફના ભાગના ઉપરના વિભાગમાં ઠ-લવાય છે; અને તેમાંથી તેજ બાબુના નીચેના ભાગમાં જાય છે, ત્યાંથી ચાર શિરાઓ વાટે ફેપ્સામાં આ ભૂરું લોહી જાય છે. આ શિરાઓને વિદ્યાના પુસ્તકોમાં “ફેપ્સામાં જનારી ધમનીઓ” એવું નામ આપવામાં આવેલું છે. સ્વચ્છ રાતા લોહીને શરીરના જૂદા જૂદા ભાગોમાં લઈ જનારી ધમનીઓ કહેવાય છે છતાં આ ભૂરું મેલવાળું લોહી લઈ જનારીને જો કે ધમનીઓ કહેવામાં આવે છે, પરંતુ તેથી વાંચનારે ભૂલ કરવી જોઈતી નથી. આ લોહી ફેપ્સામાં જાય છે, ત્યાં શ્વાસમાં આવેલી હવામાંનો ઓકિસજન વાયુ એ શોષે છે, અને પોતાનામાં રહેલા મેળના આણુઓ શ્વાસમાં આવેલી હવાને આપી દઈ શુદ્ધ રાતું થઈ જાય છે. હૃદયના એક ભાગમાંથી આ પ્રમાણે અશુદ્ધ લોહી ફેપ્સામાં જઈ કેવી રીતે શુદ્ધ થાય છે તથા તે વખતે તેમાં કેવા કેવા ફેરફારો થાય છે એ વિષય પણ બહુ જાણવા જેવો છે. ફેપ્સામાં ઝીણી ઝીણી વાહિનીઓમાં વહેચાઈ જઈ શુદ્ધ થયા પછી મો’ટી મો’ટી ચાર ધમનીઓ, જેને ‘ફેપ્સામાંથી આવનારી શિરાઓ કહેવામાં આવે છે તે વાટે હૃદયના ડાબી બાબુના ઉપરના પડખામાં લોહી પાછું

આવે છે, અને ત્યાંથી નીચેના ભાગમાં જઈ, પહેલાં કહ્યું હતું તે પ્રમાણે આખા શરીરમાં પ્રેરે છે.

હૃદયના ચાર ભાગ છે એમ આપણે ઉપર જણાવી ગયા અને એક ભાગમાંથી બીજા ભાગમાં લોહી જાય છે એમ જણાવ્યું. વળી હૃદયમાંથી ધમનીઓમાં, વાહિનીઓમાં કેશવાહિનીઓમાં અને ત્યાંથી ઝીણી શિરાઓ વાટે મો'ટી શિરાઓમાં થઈ લોહી પાછું હૃદયમાં આવે છે એ પણ આપણે જાણ્યું. પરંતુ એ બધી ચીજોની રચના કેવી છે, તે કેવા પદાર્થોની બનેલી છે અને એકમાંથી બીજામાં લોહીને ગતિ કરાવનાર શા કારણે છે તથા આપણે બતાવ્યું તેમ હૃદયમાંથી ધમનીઓમાં અને તેમાંથી કેશવાહિનીઓમાં થઈ પાછું શિરા મારફત હૃદયમાં આવવાને બદલે ઉંધે રસ્તે કેમ જતું નથી એ જાણવાની સહજ જાણસા થાય છે.

કેશવાહિનીઓ-બહુજ ઝીણી, પાતળા વાળ જેવી બારીક અને આસરે એક ઇંચના પંદરસોથી બે હજારમાં ભાગ જેવડી જડી હોય છે. ના'નામાં ના'ની ધમનીઓ કે શિરાઓની દિવાલો (બાબુઓ) કરતાં આની બાબુઓ બહુજ કોમળ પડની બનેલી હોય છે. શરીરની દરેક તંતુરચનામાં નિરૂપયોગી થયેલા પદાર્થોને આ કેશવાહિનીઓ વાટેજ શરીરની બહાર પદાર્થોને કા'ડનાર અવયવો પાસે લઈ જવામાં આવે છે. આ કેશવાહિનીઓની દિવાલો કોમળ પડની હોવાથી એવા પડમાંથી આરપાર પદાર્થોની આપ લે અથવા પેંસનીકળ થઈ શકે છે.

ધમનીઓ અને શિરાઓ-ધમનીઓ રખરખી નળીઓના જેવી અને સ્નાયુના પડની બાબુવાળી હોય છે. કેશવાહિનીઓ કરતાં મો'ટી હોવા સાથે તેની બાબુ વધારે જડી

અને મજબૂત હોય છે એટલુંજ નહિ પણ સ્થિતિસ્થાપક પદાર્થની બનેલી હોય છે. અને તેથીજ એ વાટે લોહી એક ઠેકાણેથી બીજે ઠેકાણે જઈ શકે છે. તેના સ્નાયુના પડને લીધે તેનામાં સંકોચાવાની શક્તિ રહે છે; જેથી તે એક ઠેકાણે સંકોચાઈ લોહીને ડાબીને અગાડી ઠેલે છે, વળી તે ત્યાંથી સંકોચાઈ અગાડી ઠેલે છે, એમ તે એમ લોહી ધમનીઓમાં અગાડી ઠેલાય છે. શિરાઓની બાબુઓ જો કે કેશવાહિનીઓના પ્રમાણમાં ઘણી મજબૂત અને જડી હોય છે પરંતુ તેમાં સ્નાયુનું કે સ્થિતિ-સ્થાપક પદાર્થનું પડ હોતું નથી. આ પ્રમાણે ધમનીઓ અને શિરાઓની બનાવટમાં જે ફેર રાખવામાં આવ્યો છે તે ખરેખર ચતુરાઈનો નમુનો છે. હૃદયમાંથી લોહી બહાર જતી વખતે મો'ટી વાહિનીઓમાં થઈ ના'ની ના'ની વાહિનીઓમાં જાય છે અને પાછા આવતી વખતે ના'નીમાંથી મો'ટીમાં આવે છે તેથી શિરાઓની અંદરની બાબુઓ લોહીનું જેટલું દબાણ હોય છે તેના કરતા ધમનીઓમાં અતિ ઘણું હોય છે. આ વિશેષ દબાણથી કાંઈ ઈજા ન થાય તેટલા માટે શિરાઓ કરતાં ધમનીઓને વધારે મજબૂત અને સ્થિતિસ્થાપક પદાર્થની બનાવી છે.

વળી ધમનીઓ અને શિરાઓની બનાવટમાં જે એક બીજી ચતુરાઈ છે તેનું વર્ણન કરીએ. શિરાઓ વાટે લોહી હૃદય તરફ હમેશ જતું હોવાથી, તે તેથી ઉંચી દિશામાં પાછું જઈ શકે નહિ તેટલા સાડુ શિરાઓની બાબુઓને લાગેલા એક છેડેથી તેમની સાથે જોડાણ કરીને બીજે છેડેથી છૂટા રહેલા પદ્ધતિ (Valves) હોય છે. જેવું લોહી પાછું ઠેલાય છે કે તેમાં લોહી ભરાવાથી તે ઉપસી આવી રસ્તો બંધ કરી દે છે.

ધમનીઓમાં લોહીનો જળરો વેગ હોવાને લીધે તેમની ફાટવાની ધાસ્તી રહે છે. વળી અવયવોમાં યોગ્યું લોહી જનારી ધમનીઓના ફાટવાથી જેટલું તુકસાન થવાની ધાસ્તી રહે છે તેટલી શિરાઓના પ્રાટવાથી રહેતી નથી. આ કારણથી ધમનીઓને મજબૂત બનાવી છે એટલું જ નહિ પણ તેઓને જેમ અને તેમ નિર્ભય જગાએ મૂકવામાં આવી છે. કોઈ કોઈ ભાગમાં હાડકાંની ખોલણોમાંથી તેમને રસ્તો આપવામાં આવ્યો છે. તેમજ હાથનાં આંગળાં કપાવાનું કે ભાંગવાનું ભય વધારે હોવાથી તેની અંદરના હાડકામાં ખાડાઓ હોય છે અને ધમનીઓને તેમાં ખેસાડવામાં આવેલી હોય છે, જેથી તેઓને વારે વારે જોખમ લાગતું નથી કે ઇજા થતી નથી.

હૃદય:—આગળ આપણે હૃદયનું ચિત્ર આપી ગયા છીએ. એનું કદ ઘણું ખૂં માણસની પોતાના હાથની વાળેલી મુઠ્ઠી જેવડું હોય છે. એનો ઉપર તરફનો ભાગ પહોળો હોય છે અને નીચે તરફનો સાંકડો િંદુ જેવો હોય છે જેને ‘ટોચ’ કહે છે. એ ટોચ પાંચમી અને છઠ્ઠી પાંસળીઓની વચ્ચેમાં આવેલી હોય છે. હૃદયમાંથી લોહી મોટી ધમનીઓમાં જાય છે ત્યારે દબાણ કરવામાં હૃદયને જે જોર પડે છે તેને લીધે આ ટોચ હાલે છે. અને તેથી પાંચમી અને છઠ્ઠી પાંસળીઓપર હાથ મૂકીએ છીએ ત્યારે આપણને ધડકતું લાગે છે, તે આ ટોચનું હાલવું છે. કોઈ પણ પ્રાણી જ્યાં સુધી જીવતું હોય ત્યાં સુધી એ ટોચ હાલ્યાં કરે છે અને તેથી એ હૃદયનું ધડકવું બંધ થવાથી તે પ્રાણી મરી ગયું એમ અનુમાન કરાય છે.

હૃદયમાં ચાર ભાગ હોય છે તે તો આપણે જણાવી ગયા છીએ, જેવું જમણી બાજુમાં ઉપરના ભાગમાં ભૂંડું લોહી

ઠલવાય છે કે હૃદય સ્નાયુનાં પડતું બનેલું હોવાથી એ ભાગ સંકોચાય છે, અને લોહી ઉપરના ભાગમાંથી નીચેના ભાગમાં કાણું વાટે ઠેલાય છે. જેવો નીચેનો ભાગ લોહીથી ભરાય છે કે તરતજ તે પણ પોતાના સ્વભાવથીજ સંકોચાય છે અને પોતાનામાં આવેલા લોહીને અગાડી ઠેલે છે. હૃદયના એ ભાગમાંથી નીકળતી શિરાઓમાં-જેને વિદ્યાના પુસ્તકોમાં ‘ફેફસાંમાં જનારી ધમનીઓ’ કહેવામાં આવે છે તેમાં-આવેલું આ લોહી ફેફસાંમાં જાય છે. વળી આ પ્રમાણે નીચલા ભાગના સંકોચાવા વખતે લોહી પાછું ઉપલા ભાગમાં ન જતું રહે તે માટે બહુજ નાનુક અને ખુળીદાર ગોઠવણ કરવામાં આવી છે. તે એ છે કે ઉપરના અને નીચેના ભાગ વચ્ચેના કાણાંની આબુખાબુ ચામડીના પડ જેવા કટકાઓને પડદા તરીકે ગોઠવેલા છે, અને તેમને સ્નાયુઓના તંતુઓ વડે નીચેના ભાગની દિવાલ સાથે બાંધેલા છે. જેવું લોહી તેમાં ભરાય છે અને પેલો નીચેનો ભાગ સંકોચાવા માંડે છે કે તરત પેલા ચામડીના પડ જેવા પડદા (વાલ્વો) ડબાઈને પેલા કાણાંપર એક મજબૂત ઢાંકણરૂપ થઈ જાય છે. એટલે ડબાતું લોહી આગળજ ઠેલાય છે અને પાછું એ બાબુનો માર્ગ લઈ શકતું નથી. ફેફસાંમાં ફરી શુદ્ધ થઈ આવેલું લોહી ડાબી બાબુના ઉપલા ભાગમાં ખાલી થયા પછી તરતજ જમણી બાબુની પેઠે નીચલા ભાગમાં ઢકેલાય છે અને નીચલામાંથી બહારની મોટી ધમનીઓમાં ઠેલાય છે. તે પણ ઉપર જણાવેલી રચનાને લીધેજ પાછું જઈ શકતું નથી. ધમનીઓમાં ગયેલું લોહી ધમનીઓની બાબુના સંકોચાવાથી આગળ ઠેલાય છે અને તેના અને હૃદયના નીચલા ભાગોની વચ્ચે આવેલા એવાજ પડદાઓને લીધે પાછું જઈ શકતું નથી.

પાણીના નળ, ગટર સાથે રુધિરાભિસરણું મળતાપણું. ૧૮૩

આ રીતે રુધિરાભિસરણના આખા માર્ગમાં હૃદયના જૂદા જૂદા ભાગોથી માંડીને ના'ની મો'ટી ધમનીઓ અને શિરાઓમાં પડદાની આવી ચમત્કારી ગોઠવણથી પરમેશ્વરના અપાર ડહાપણ અને બુદ્ધિનું આપણને ભાન થાય છે. આખી સૃષ્ટિની રચનામાં આ'વાને આ'વા અસંખ્ય દાખલાઓ છે અને તેથીજ વિચારવાનું વિદ્યાનો અભ્યાસી પગલે પગલે પરમેશ્વરનો મહિમા સકારણુ સમજી આનંદ પામે છે.

પાણીના નળ અને ગટર સાથે રુધિરાભિસરણું મળતાપણું.

ગીતિ.

માનવ દેહ પુરી આ, તેમાં નળ ને ગટર સરખીં રચના,
રુધિરાભિસરણુ માટે, પ્રભુએ નિર્મી સુખાર્થ સહ જનના. ૧

ઇન્દ્રિયવિજ્ઞાનમાં મનુષ્યના શરીર સંબંધી સર્વ બાબતોનો વિચાર કરવાનો હોવાથી એ વિદ્યાનું જ્ઞાન મેળવનાર પુરુષોએ નિર્ણયો કરવામાં અને શરીરના પદાર્થોનું સૂક્ષ્મ અવલોકન કરવામાં અથાગ શ્રમ કર્યો છે, અને હજી પણ તેવોજ ચાલુ છે. આટલી બધી મહેનત છતાં શરીરરૂપ યંત્ર એવું તો વિદક્ષણુ અને એટલું તો ઝીણી ગોઠવણવાળું છે કે મનુષ્યથી યોજાયલા અને હજી પછી યોજનારાં યુક્તિવાળાં અનેક સાધનોથી પણ તેનું પૂર્ણ જ્ઞાન મળશે કે કેમ એ શંકા પડતુંજ છે.

પરંતુ જે જ્ઞાન આજ સુધીમાં વિદ્વાનોએ મેળવ્યું છે તે કંઈ ઓછું અદ્ભુત છે એમ સમજવાનું નથી. એટલા જ્ઞાન-

પરથી એમ જણાય છે કે આખા વિશ્વમાં જે જે બનાવા તથા પદાર્થો જેવામાં આવે છે તેમાંના ઘણા અથવા તેમને મળતા ઘણા બનાવો અને પદાર્થો શરીરમાં જેવામાં આવે છે. રસાયન વિદ્યાના અભ્યાસીને બહાર જડતા પદાર્થોમાંના ઘણા શરીરના અંદરના ભાગમાં મળે છે એટલુંજ નહિ પણ ખીજા કદી નહિ જેવામાં આવેલા પદાર્થો પણ જડે છે. અજવાળું અથવા પ્રકાશના નિયમો જાણનાર, છબી પાડવાના યંત્ર સાથે આંખની સરખામણી કરી શકે છે. અને પ્રખ્યાત વિદ્યુતશાસ્ત્રી એડીસને બનાવેલું ફેનોગ્રાફ અથવા “ધ્વનિલેખક” યંત્ર કાનની રચનાને મળતું આવે છે. ખરેખર જેતાં તેા એમજ બન્યું છે કે ઇન્દ્રિયજ્ઞાનનું સાફ જ્ઞાન થયા પછી એટલે આંખ અને કાનના બરાબર સ્વરૂપો અને કામ કરવાની રીતો વગેરે સમજાયા પછીજ આ યંત્રો શોધી કાઢવાનો રસ્તો સૂઝયો છે !

આ પ્રમાણે શરીરના જૂદા જૂદા અવયવોની જૂદી જૂદી કાર્યશક્તિનું દૃષ્ટાંત લઈ નવા નવા ચમત્કારી શોધોનો માર્ગ ખુલ્લો થયો છે તથા વિશ્વના કેટલાક નિયમો શરીરરૂપ સૃષ્ટિમાં ચાલતાજ હોય છે એમ જણાય છે ત્યારે આ ઇન્દ્રિય-વિજ્ઞાનના અભ્યાસીને જે મહાન્ નિયમો વડે આ બધી રચના બરાબર ચાલે છે તે તે નિયમો તરફ અને તે સર્વ નિયમોના પ્રેરક શ્રી પરમેશ્વર તરફ કેટલું બધું માન અને પૂજ્યભાવ ઉત્પન્ન થાય છે તેનો ખ્યાલ વાંચનારે સહજ કરી લેવો.

હવે શરીરમાં લોહીનાં ફરવાની રીતનું પાણીના નળ અને ગટર સાથે જે મળતાપણું છે તે તપાસીએ. જેમ પાણી ભરી રાખવા માટે મોટું તળાવ કે ટાંકી હોય છે તેમ અહીંઆ હૃદયનો ડાબો ભાગ છે. તળાવમાંથી ચોખ્ખું પાણી

પાણીના નળ, ગટર સાથે રુધિરાભિસરણું મળતાપણું. ૧૮૫

અક મો'ટા નળ વાટે બહાર કા'ડવામાં આવે છે તથા એ મો'ટા નળના શહેરમાં પેંસતાં ના'ના ના'ના ઘણા નળો થઈ જાય છે. તેમાંથી દરેક મોહોલ્લે મોહોલ્લે અને પોળે પોળે તેથી ના'ના ના'ના નળો કરી આખરે દરેક ઘરમાં ઝીણી ઝીણી નળીઓ વાટે પાણી પૂરૂં પાડવામાં આવે છે. તેમ અહીંઆ હૃદયમાંથી મો'ટી એક ધમનીવડે ચોખ્ખું લોહી હૃદયમાંથી બહાર નીકળે છે, અને આગળ ચાલતાં તે મો'ટી ધમનીમાંથી ના'ની ના'ની અસંખ્ય નાડીઓ જૂદા જૂદા અવયવો ભાગે અને ખડોમાં પેંસી ત્યાં વાળ જેવી બહુજ બારીક કેશવાહિનીઓમાં વહેંચાઈ જઈ સર્વત્ર લોહી પહોંચાડે છે.

વળી જેમ ઘરમાં નળીઓ મારફત આવેલું પાણી નાહવાધોવાના, પીવાના, સાફકરવાના વગેરે કામમાં વપરાયાથી તેમાં જૂદા જૂદા મળે, દુર્ગંધયુક્ત પદાર્થો અને કચરો એકઠો થાય છે અને એવું મેલું પાણી ઘરની મોરીઓ-માંથી મોહોલ્લાની નાની ગટરમાં જાય છે; એવી જૂદા જૂદા મોહોલ્લાની ના'ની ના'ની ગટરો એક મો'ટી ગટર કે મો'ટા નળને મળે છે. અને તે વળી તેનાથી મો'ટી ગટરને મળે છે એમ થતાં થતાં મેલું પાણી છેલ્લે દરિયામાં કે નદીમાં બ-ગડેલા પાણી તરીકે જઈ પડે છે, જ્યાં તેમાંનો કચરો ગળાઈ જઈ પાણી શુદ્ધ થઈ સારા પાણી સાથે ભળી જાય છે. તેમજ આ લોહી પણ દરેક અવયવો જેને આ દાખલામાં જૂદા જૂદા ઘરો જેવા ગાળી શકાય તેમાં જાય છે, ત્યાં દરેક અવયવો પોતાની ક્રિયાને ઉત્તેજક પદાર્થો તેમાંથી લે છે. તથા તે તે અવયવોમાં થયેલી ક્રિયાથી નકામો પદાર્થ તે લોહીને આપે છે, જેથી તેનો લાલ રંગ બદલાઈને ભૂરો થઈ જાય છે; આ મેલું ભૂરું લોહી પેલી કેશવાહિનીઓમાં થઈને

એવી અસંખ્ય ફેશવાહિનીઓ એકઠી થવાથી બનતી ના'ની શિરાઓમાં આવે છે; અને તેવી ના'ની ના'ની શિરાઓ એકત્ર થતાં આખરે બે મો'ટી શિરાઓ વાટે હૃદયના જમણા પડખામાં આવી રેડાય છે. આ લોહી અશુદ્ધ છે, અને તેથી એ જમણાં પડખામાંથી 'ફેફસાંમાં જતી ધમનીઓ' કહેવાતી શિરાઓ વાટે ફેફસાં પાસે જઈ ત્યાં શુદ્ધ રાતું થઈ પાછું હૃદયના ડાબા પડખામાં આવે છે કે જ્યાંથી તે પ્રથમ શરૂ થયું હતું. આ પ્રમાણે બંને ઠેકાણે ગતિતું ચક્કર પૂરું થાય છે. પેલું દરિયામાં કે નદીમાં ગયેલું પાણી તો શુદ્ધ થઈ પાછું તળાવમાં તરત ક્વચિતજ આવી શકે છે કારણ કે તે એટલું જલદીથી શુદ્ધ થાય નહિ માટે તળાવમાં તેને ગટરવાટે પાછું લેવામાં આવતું નથી. પણ આ લોહી તો તરતજ ફેફસાંમાં જઈ શુદ્ધ થઈ આવે છે અને નવું બળ અને તત્વ મેળવી શરીરના ભાગોને પાછું બળ પહોંચાડે છે. આ રીતે શરીરમાં કરેલી વ્યવસ્થામાં વધારે ખૂબી અને ડહાપણ શમાયલાં છે.



ધરમાં હવાની આવજા.

દાહરો.

ધરમાં તાજા પવનનું, આવાગમન ન થાય,
હવા સકળ બગડી જતાં, જનથી ન જીવી શકાય. ૧
આંખ નાક આ શરીરમાં, તેજ હવાને કાજ;
પ્રભુએ રચ્યોઆં તેહ પણ, સૂચ્યો દે છે આજ. ૨

ધરમાં જેમ સ્વચ્છ હવા અને ખુદ્ધું અજવાળું વધારે
તેમ તેમાં વસનાર માણસની સુખાકારી સારી રહે એ સ્વા-
ભાવિક છે, કારણ કે શરીરને તેમાંથી પોષક દ્રવ્ય મળે છે.
શ્વાસમાં અંદર લેવાતી હવાના ઓકિસજનવડે લોહી શુદ્ધ
થાય છે અને તેથી સ્વચ્છ હવાની માણસને ઘણી જરૂર છે.
તથા જો તેવી હવા ન મળે તો લોહીમાંનો મેલ સાફ ન
થતાં લોહીમાંજ રહી જઈ શરીરમાં રોગોની ઉત્પત્તિ કરે છે.
વળી ઓકિસજનવાળી હવાનો અભાવ હોય અથવા જ્યાંની
હવામાં ઓકિસજન ઘટી ગયો હોય કે ખીજાં તુકસાનકારક
તત્વો ભજ્યાં હોય તેવી જગામાં જો માણસને રાખવામાં
આવે તો તે થોડીવારમાં મરી જાય છે. મુંબઈમાં થોડા વખ-
તપર આનો ખેદકારક દાખલો બન્યો હતો. એક ઘણીઘણી-
આણીનું જોડું રાત્રે ખારી ખારણાં બંધ કરી ઓરડામાં પાણી
ગરમ કરવાનો બંબ સળગતો રહેવા દઈ સૂતું હતું. દેવતા દીવો
કે એવોજ કોઈ પણ બળતો પદાર્થ બળતી વખતે હવામાંનો
ઓકિસજન ખપાડે છે. એ નિયમ પ્રમાણે બંબમાંના સળગતા
કોલસા તે ઓરડીમાંનો ઘણો ઓકિસજન ખાઈ ગયા અને તેથી
અંદરની હવા લગભગ ઓકિસજન વિનાની થઈ ગઈ. આથી
રહુવાર સુધીમાં ઉંઘમાં ને ઉંઘમાં એ સ્ત્રીપુરુષનું જોડું મરી

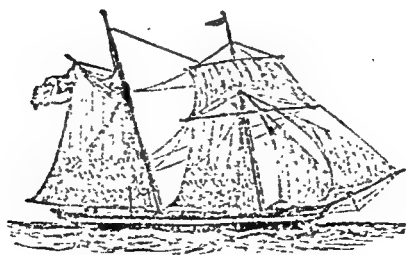
ગયું. ઝાડપાલો પણ એવી જગામાં ઉગી શકતો નથી, તેમજ બળવાની ક્રિયા પણ ચાલી શકતી નથી. આપરથી એટલું તો દેખી-તુંજ છે કે માણસોને રહેવાનાં ઘરો એવાં ખારીખારણાંવાળાં હોવાં જોઈએ કે જેથી ચોખ્ખી હવા અને ખુલ્લું અજવાળું તેમાં હમેશાં આવ્યા કરે. અજવાળું ખપોર સુધી પૂર્વ તરફથી અને ખપોર પછી પશ્ચિમ તરફથી આવતું હોવાથી અને પવન પશ્ચિમ તરફનો આરોગ્યવર્ધક ગણાતો હોવાથી ઘરોને પશ્ચિમ તરફ વધારે ખારીખારણાં રાખવાં જોઈએ. હિંદુ શિલ્પીઓ પણ આ નિયમ સારી રીતે જાણતા હશે. અને તેથી તેમને મતે અને હજી પણ સામાન્ય હિંદુ પ્રજામાં પાશ્ચિમ તરફના દ્વાર (પેંસવાનાં ખારણાં) વાળું ઘર સૌથી સાફ ગણાય છે.

વળી જેમ દરેક ઘરમાં હવા અજવાળાંને પેંસવાને ખારી ખારણાં જોઈએ તેમ તે એવી રીતે ગોઠવેલાં હોવાં જોઈએ કે માણસના પ્રશ્વાસથી, રાંધવાથી, બળવાથી, અને એવી બીજી સેંકડો ક્રિયાઓથી ગરમ થયેલી અને બીજાં તુકસાનકારક તત્વો સાથે મિશ્ર થયેલી ઘરમાંની હવાને બહાર નીકળવાનો રસ્તો મળે. આ કારણથી ખારણાંઓ ખારીઓ વગેરે હવા આવવા જવાના રસ્તાઓ સામસામાં જોઈએ. ઘરની અંદરની હવા તપેલી હોવાથી પાતળી થઈ ઉંચી ચ'ડે છે અને તેથી તેને નીકળવાને ઉંચે રસ્તો રાખવો જોઈએ. આવા કારણથી ધુમાડીઆં તથા ખારી-ખારણાંઓપર કલમદાનો વગેરે મૂકવાની જરૂર છે. બહારની ઠંડી હવા ભારે હોવાથી ખારણાની ફાડમાં નીચેના ભાગમાંથી પેંસે છે. આ બાબતની ખાતરી કરવી હોય તો એક પ્રયોગ કરી જુઓ. એક ઠંડા ચોરડામાં જવાનું ખારણું એક બે ઇંચ ઉઘાડો અને પહેલાં મથાળે અને પછી જમીનની પાસે

ફાંડમાં બળતી મીણબત્તી પકડી રાખો. જ્યારે મીણબત્તીને મથાળે પકડવામાં આવે છે ત્યારે જ્યોત બહારની બાબુએ આવતી જણાય છે; અને જ્યારે નીચે રાખવામાં આવે છે ત્યારે ઓરડાની અંદર જતી જણાય છે. જ્યારે મથાળાની અને તળિયાની બેની બરાબર મધ્યમાં પકડવામાં આવે છે ત્યારે તે એકે બાબુએ જતી નથી અને ઘણી સ્થિરતાથી બળ્યા કરે છે. આ પ્રમાણે ઓરડાના ઉપલા ભાગમાં બહાર વહેતો હવાનો પ્રવાહ હોય છે અને નીચલા ભાગમાં અંદર વહેતો હવાનો પ્રવાહ હોય છે. આનાં કારણ વિષે આપણે શંકા કરવાની નથી. જે ઓરડામાં દેવતા સળગાવવામાં આવ્યો હોય છે અથવા દીવાઓ બળતા હોય છે અથવા માણસો રહેતાં હોય છે અથવા જેમાં આસપાસના પદાર્થો કરતાં વધારે ગરમ કોઈ પદાર્થો હોય છે તેમાં ગરમ હવા નિરંતર ઉપર ચડતી હોય છે. જો બહારની વધારે ઠંડી હવા અને ઓરડાની હવાની વચ્ચે સંબંધ થવાં દીધો હોય, તો વધારે ઠંડી અને ભારે હવા જમીન પાસે થઈને અંદર વહેશે, અને ગરમ હવા જે પ્રમાણે ઓરડાના ઉપલા ભાગમાં રાખેલા ધુમાડીઆમાં અથવા હવાની આવળ સાડ રાખેલા સળવડ પડતા બાકામાં થાય છે તે પ્રમાણે ઉપર થઈને બહાર નીકળી જાય છે. જો ગરમ હવાને જવા સાડ કોઈ રસ્તો નહીં હોય તો તે ભીંતો અને બારીઓને અડકવાથી ધીમે ધીમે ઠંડી પડે છે અને ફરીથી નીચે ઉતરે છે. એમ થવાથી તેની તેજ હવા ફોટડીમાં આસપાસ ફર્યા કરે છે. અને એ તો આપણે જણાવી ગયા છીએ કે આ બગડેલી તપેલી હવા નીકળી જઈ વખતો વખત ઠંડી સ્વચ્છ હવાની આરોગ્યને માટે ઘણી જરૂર છે; તેથી સંપૂર્ણ રીતે હવાની

આવળ થવા સાડુ ગરમ અને અસ્વચ્છ હુવાને જવા માટે ઓરડાના ઉપલા ભાગમાં રસ્તો હોવો જોઈએ, અને જમીન પાસે સ્વચ્છ હુવાને વગર અડચણે અંદર આવવાનો રસ્તો હોવો જોઈએ. જ્યાં કોટડીનાં ખારીખારણાં વગર અડચણે અંદર આવતા હુવાના પ્રવાહને કેવળ બંધ કરે એવી રીતે ઘણાં સજ્જડ બંધ કર્યા હોય છે અને પછી દેવતા સળગાવવામાં આવે છે ત્યારે તેના પોષણસાડુ જોઈતી હવા અંદર આવી શકતી નથી તેથી બળતું ધીમે ધીમે ઓલવાઈ જાય છે.

જેમ હુવાની આવળ માટે સગવડવાળાં ખારીખારણાંવાળી કોટડીમાં હવા નવી ને નવી આવતી જાય છે તેમ પૃથ્વીનું આખું વાતાવરણ નિરંતર ગતિમાં રહે છે. જે પ્રદેશમાંની હવા પાસેના પ્રદેશોની હવા કરતાં વધારે ગરમ થાય છે તે પાતળી થઈ જાય છે અને વાતાવરણના ઉંચા પ્રદેશો તરફ ઉપર ચડે છે, અને આસપાસની ઠંડી હવા પોતાના ભારે વજનને લીધે તેની ખોટ પૂરી પાડવાને નીચે ધસી આવે છે. આ પ્રમાણે વાતાવરણમાં થોડી કે વધારે ઉથલપાથલ ચાલ્યાજ કરે છે. આવી ઉથલપાથલોને પવન નામ આપવામાં આવ્યું છે.



પાણીમાંનું દખાણ.

જયકરી છંદ.

જ્યમ જળમાં ડૂબેલો ધડો, ખેંચો પણ વજન નહિ વડો;
સમ ગરિબમાં જન ખૂડતાં, વજન ન તેનું કે પ્રીછતાં. ૧

“પાણીમાં તામડી કે ડોલ ભરીએ છીએ ત્યારે જ્યાં સુધી તેને પાણીમાંને પાણીમાં આમતેમ ફેરવીએ છીએ કે ઉંચે ખેંચીએ છીએ પણ પાણીની બહાર કા’ડતા નથી ત્યાં સુધી તે ભરેલી હોય છે તોપણ આપણને તેનું બીલકુલ વજન લાગતું નથી, અથવા લાગે છે તો ઘણુંજ થોડું; એનું શું કારણ હશે?” એવો વિચાર બુદ્ધિપૂર્વક અવલોકન કરનાર માણસને આવ્યા વિના રહ્યો હશે નહિ. પરંતુ ઘણાજ થોડાએ તેનું કારણ તપાસ્યું હશે. કેટલાક લોકો કારણ ન શોધતાં કદાચ એમ પણ માની બેઠા હશે કે પાણીમાં પદાર્થોને વજન હોતું નથી. પરંતુ એમ ધારવું ભૂલ ભરેલું છે. કારણ કે લાકડાના એક મોટા પાટડાને અથવા બીજી એવી વજનદાર વસ્તુને આપણે પાણીની બહાર ઉંચકી શકીએ નહિ પરંતુ પાણીમાં નીચેથી ઉંચી કરી શકીએ કે આમતેમ હલાવી શકીએ છીએ તેપરથી એમ કંઈ કહેવાય નહિ કે તેને સમૂળજી વજનજ રહેતું નથી.

આ બનાવનું કારણ સમજવાને પાસે આપેલો પ્રયોગ કરી બુઝો: એક સાધારણ ગોળ સીધી ચીમની લો અને તેના મહોંના કરતાં સહેજ મો’ટો જાડા કાગળનો ગોળ કકડો કાપી કા’ડો. તે કાગળના કકડાના મધ્ય ભાગમાં એક ઝીણી દોરી બાંધો ચીમનીમાં થઈને તે દોરીને ખેંચો અને પકડી રાખો. હવે આ ચીમનીને પાણીથી ભરેલા એક મોટા પવાલામાં

ફૂંચાવો. જેવો આ કાગળનો કકડો પાણીની સપાટીથી થોડે નીચે જાય છે કે તમારે પેલી દોરી વડે તેને ટેકવી રાખવાની જરૂર રહેતી નથી. કારણ કે પાણીનું ઉપર તરફનું દબાણ એ કાગળના કકડાને તેની જગ્યામાં રાખવાને પૂરતું છે.



ચિત્ર ૩૭ મું-પાણીમાંનું દબાણ માપવાનો પ્રયોગ

વળી એ કાગળ જે દબાણથી પોતાને ઠેકાણે રહ્યો છે તે દબાણ કેટલા જોરવાળું છે તે જોવાને માટે એક લોટામાંથી પેલી ચીમનીમાં થોડું થોડું પાણી રેડો જ્યારે ચીમનીની અંદરના પાણીની સપાટી બહારના પવાલામાંના પાણીની સ-

પાટીની લગલગ આવશે કે પેલા કાગળના કકડાનું નીચે પડવું શરૂ થશે. ચોખ્ખું કરીને કહીએ તો ઉપરના બનાવનું આ પ્રમાણે વર્ણન થાયઃ જ્યારે વાસણ માંહેના પાણીનું કાગળની સામેનું ઉપર તરફનું દબાણ ચીમની માંહેના પાણીના નીચલી તરફના દબાણ અને કાગળના કકડાના વજનની બરાબર થઈ રહે છે ત્યારે જો જરાપણ વધારે પાણી ચીમનીમાં રેડવામાં આવે છે તો તે વધારાના પાણીથી વધેલું નીચલી તરફનું દબાણ કાગળના કકડાને નીચે ઢકેલી કાઢે છે. જેમ કાગળના કકડાનું વજન ઓછું તેમ કાગળના કકડાની પડતી વખતે ચીમનીની અંદરના પાણીની સપાટી બહારના પવાલાના પાણીની સપાટીની વધારે લગલગ બરાબર થવાની.

જેઓ હોડીમાં બેસી ઉંડા પાણી ઉપર ગયા હશે તેઓએ સારી પેઠે જોયું હશે કે વધારે ઉંડાઈએ પાણીનું કેટલું બધું વધારે દબાણ હોય છે. જેઓને અનુભવ ન હોય તેઓએ પોતાને તેવાજ પ્રસંગ મળે ત્યારે નીચેનો પ્રયોગ કરી જોઈ ખાત્રી કરી લેવી.

એક બશેર પાણી માથે એવડી સીસીને $\frac{3}{4}$ ભરી તેના પર સજ્જડ બુચ દઈ, તેને લાંબી દોરીથી બાંધી ઉંડા પાણીમાં નાંખવી. જોઈતી ઉંડાઈએ ગયા પછી તેને પાછી ખેંચી લેશો તો પાણીના દબાણથી બુચ અંદર પેસી ગયેલો અને શીશી આખી પાણીથી ભરાયલી જણાશે.

હવે આ પ્રયોગો પરથી આપણે એટલું શીખ્યા કે પાણીમાં એક પ્રકારનું ઉપર તરફનું દબાણ હોય છે અને તેના બળથી કાગળનો કકડો કે એવી કેઈ પણ ચીજને તે જાણે ટેકવી રાખે છે. તથા તે બળનું પ્રમાણ તેટલી જગામાં જેટલું પાણી ઉપલી સપાટી સુધીમાં રહી શકે તેટલા પાણીના વજન જેટલું હોય છે.

ગણિતશાસ્ત્રી આર્કિમિડીસનો શોધ.

ઉદ્યોર છંદ.

કરવાં તોલ જનનું સત્વ, દુઃખમાં તોળીં જવું તત્વ;

તોળે જ્યમ જળ મોજર, કાંચન ભેગ જન કળનાર. ૧

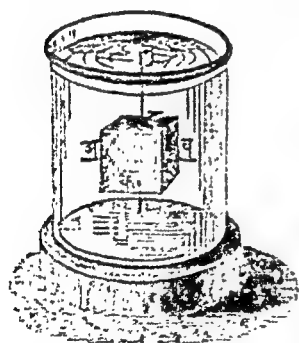
પૂર્વે સિસિલીમાં આવેલા સાઈરાક્યુસમાં આર્કિમિડીસ કરીને એક મો'ટો ગણિતશાસ્ત્રી હતો. ઇતિહાસ જણાવે છે કે આ આર્કિમિડીસના હાપણથી સાઈરાક્યુસ કેટલોક વખત સુધી શત્રુના તાબામાં જતું અટક્યું હતું. એના શોધોવડે રોમના લશ્કરનો અને વહાણનો સંહાર કરવામાં આવ્યો હતો. એ એટલો બધો તો પ્રખ્યાત હતો કે એના શત્રુઓ પણ એને આહતા હતા. એક વેળાએ રોમન કમાન્ડર માર્સેલસ જ્યારે સાયરાક્યુસપર ચ'ડી આવ્યો અને તે શહેરને ઘેરો ઘાલી બેઠો ત્યારે એણે પ્રોતાનાં માણસને તાકીદ આપી હતી કે કોઈએ આ આર્કિમિડીસને સંતાપવો નહિ. પરંતુ દૈવ ઇચ્છાથી આ તત્વશોધક ભૂમિતિની બાબતના વિચારમાં અને તે સંબંધી આંકડાઓ ગણવામાં એટલો બધો તો મગ્ન થઈ ગયો હતો કે શત્રુએ તેને બંદેલાં અલયનો આશ્રય લેવાને પણ એને પુરસદ ન હતી. એક પ્રસંગે એવું બન્યું કે સાઈરાક્યુસના રાજા હાયરોએ કોઈ સોનીને જ્યુપીટર દેવતાને અર્પણ કરવા સારૂ એક સુંદર મુગટ બનાવવાને ઓખખુ સોનું આપ્યું. તેનો સારો શોભીતો નકસીદાર મુગટ બનાવી તે સોનીએ રાજાને નજર કર્યો. મુગટ એકંદરે એવો સારો બન્યો હતો કે રાજાને તે બધી રીતે પસંદ પડ્યો. જેટલું સોનું આપ્યું હતું તેટલો વજનમાં બરાબર હત્યો. પરંતુ એમાં કંઈક બીજું ધાતુ નાંખી માંહેથી થોડું

સોનું તે સોની ખાઈ ગયો હશે એમ એ રાજાને વહેમ પડ્યો. એણે આર્કિમિડીસને બોલાવી મુગટ તેના હાથમાં આપ્યો. તથા સોનીએ એમાં કાંઈ દગો કર્યો છે કે નહીં એ શોધી કાઢવાનું કામ આર્કિમિડીસને સોંપ્યું. આ ઠેકાણે આપણે જણાવવું જોઈએ કે રાજા હાયરો એક જીલમગાર અને ત્રાસદાયક રાજકર્તા હતો. પોતાની મરજી પ્રમાણે ન કરી શકનારને તે ભારેમાં ભારે શિક્ષા કરવા ચૂકતો નહીં. તેથી જ્યારે રાજાએ તેને આ કામ સોંપ્યું ત્યારે આર્કિમિડીસની ગલરામણનો પાર રહ્યો નહીં. કારણ કે રાજાને પસંદ પડેલો મુગટ ગાળી નાંખ્યા વિનાજ તેમાં ભેગ છે કે કેમ તે શોધી કાઢવાનું હતું.

આર્કિમિડીસ રાત દહાડે તેનોજ વિચાર કર્યા કરતો હતો. એવું બન્યું કે એક દિવસ વિચારમાં ને વિચારમાં એક વીસીમાં ન્હાવાની ઓરડીમાં એ ન્હાવા ગયો. પાણીનું મોટું ટબ ભરેલું હતું તેમાં જોવો પડ્યો એટલે તરત થોડું પાણી બહાર ઢળી ગયું અને પોતાનું શરીર પાણીમાં થોડું હલકું લાગવા માંડ્યું. એકદમ એને રાજાના સવાલનું સમાધાન કેમ કરવું તે મનમાં સૂઝી આવ્યું અને તેના હર્ષમાં ને હર્ષમાં નાગો નાગો બહાર નીકળી પડ્યો અને મોટેથી ‘યુરેકા’ ‘યુરેકા’ (મેં એ શોધી કહાડ્યું) એમ બોલતો બોલતો ઘર તરફ દોડ્યો. પછી એણે પેલા મુગટના જેટલા વજનનો એક સોનાનો અને એક રૂપાનો એમ બે ગઠ્ઠા લીધા; તથા પાણીથી ભરેલા વાસણમાં પહેલાં પેલા સોનાના ગઠ્ઠાને, પછી પેલા મુગટને અને છેલ્લે પેલા રૂપાના ગઠ્ઠાને જોખી જોયા. એમ કરવામાં ચોખ્ખા સોનાના ગઠ્ઠાનું બહાર હવામાં જેટલું વજન થયું હતું તેનાથી પાણીમાં નદ જેટલું વજન ઓછું

થયું, પણ મુગટ તો બહારના વજન કરતાં પાણીમાં $\frac{1}{4}$ કરતાં પણ વધારે ઓછો થયો, અને રૂપાનો ગડો $\frac{1}{4}$ જેટલો ઓછો થયો. તે પરથી એણે નક્કી કર્યું કે જો ચોખ્ખા સોનાનો મુગટ હોય તો તે પણ $\frac{1}{4}$ જેટલોજ વજનમાં ઓછો થવો જોઈએ પણ તેનું વજન પાણીમાં વધારે ઘટે છે તેથી રૂપાનો ભેગ છે એમ સાબીત થાય છે.

એકજ પદાર્થનું બહાર હવામાં જેટલું વજન થાય છે તેના કરતાં પાણીમાં થોડું ઓછું શા કારણથી થતું હશે? એવો વિચાર સહજ ઉપજે છે. જ્યારે આપણે કોઈ પણ ઘન પદાર્થને પ્રવાહી પદાર્થોમાં નાંખીએ છીએ ત્યારે તે ઘન પદાર્થ પર ચારે તરફથી દબાણ થાય છે એ દેખીતું છે. પણ તે બધા દબાણો પરસ્પરનું બળ હણી નાખતાં નથી. ધારો કે ચિત્ર ૩૮ માં બતાવ્યા પ્રમાણે એક ચાર સીધી બાબુ-



ચિત્ર ૩૮ મું, પાણીમાં નાંખેલો ઘન પદાર્થ.

વાળા ઘનને આપણે પાણીમાં નાંખીએ છીએ. અ અને વ બાબુપરનાં આડાં દબાણો એક બીજાનું બળ હણી નાંખે છે કારણ કે તેઓ સરખી ઉંડાઈએ અને સામસામા છે; પણ ઙ અને ક બાબુપરનાં નીચલાં અને ઉપલાં દબાણો સરખાં નથી. ઙ બાબુપર એ બાબુથી પાણીની સપાટીની ઉંચાઈ જેટલા અને ક બાબુપર રહે એટલા પાણીનું નીચે તરફનું દબાણ

છે જ્યારે ક બાબુપર ક તળપર રહે એટલા અને એ બાબુથી પાણીની સપાટીની ઉંચાઈ જેની હોય એટલા પાણીના વજન જેટલું ઉપર તરફનું દબાણ છે. તેથી આ ઘન પદાર્થને

એ બે દબાણો વચ્ચે જેટલો ફેર હોય તેટલા બળ વડે ઉંચે ઠેલવામાં આવે છે, અને આ ફેર તે દેખીતોજ ક તળપર રહે એટલા અને કહ એટલે ઘનની ઉંડાઈ જેટલા પાણીના વજન જેટલો-એટલે એ ઘને જે જગા રોકી છે તેટલી જગામાં જેટલું પાણી રહે તેના વજન જેટલો-ફેર હોવો જોઈએ. આ પરથી એક મોટો નિયમ આપણા હાથમાં આવ્યો અને તે એ કે પાણીમાં નાંખેલો કોઈ પણ પદાર્થ જેટલી જગા પોતે પાણીમાં રોકે છે તે જગામાં જેટલું પાણી રહી શકે તેટલા પાણીના વજન જેટલા બળથી ઉંચે ઠેલાય છે.

આમ છે તેથી જ્યારે એ પદાર્થને પાણીમાં નોખીએ છીએ ત્યારે બહાર હવામાં જેટલું એનું વજન થયું હોય છે તેના કરતાં, પોતે પાણીમાં જેટલી જગા રોકે તેટલી જગામાં જેટલું પાણી રહે તેટલા પાણીના વજન જેટલું એાધું થવું સંભવે છે. કારણ કે એટલું વજન પેલા દબાણના ફેર સામે વપરાઈ જાય છે એમ કહીએ તો ચાલે.

ભરેલી ડોલનું પાણીમાં વજન.

દાહરા.

જળમાં ડૂબી ડોલ જ્યમ, સહજ, બળે ખેંચાય,

લમ ડૂબેલો દૈન્યમાં, સઉથી સહજ તણાય. ૧

પણ જળમાંથી નીકળી, ડોલ ધરે નિજ ભાર;

દૈન્ય બહાર લમ નીકળી, સઉ જન પણ કરનાર. ૨

પાછળ આપણે જોયું કે પાણીમાં પદાર્થનું વજન હોય તેનાથી ઘણું એાધું લાગે છે. એજ પ્રમાણે ભરેલી ડોલનું આપણને પાણીમાં બહુ થોડું વજન લાગે છે. એનું કારણ

આ પ્રમાણે છે. આપણી ડાલ જેવી પાણીની સપાટી પાસે જાય છે કે તરત તે માંહે ખૂડી શક્તી નથી, કારણ કે હાલ જ્યાં સુધી ડાલ ઉપર છે ત્યાં સુધી માત્ર પાણીનું ઉપર તરફનું ઢળાણુ તેનાપર અસર કરે છે અને તેને ઉપર ઠેલી રાખે છે. અને તેથી તેને ડૂળાવવાને આપણે જોરથી આમતેમ આવડે. મારીને ડાલને નાંખવી પડે છે. અર્થાત્-પાણીમાં રહેલા ઉપર તરફના ઢળાણુના બલને એક પળવાર છૂતી આપણી તામડી કે ડાલને ખૂડાડીએ છીએ. જેવી તે ડૂબે છે કે તેમાં પાણી ભરાય છે અને પાણી ભરાયું કે તે પોતાની મેળેજ ડૂબવા માંડે છે. તે જ્યાં સુધી આપણે દોરડું મૂક્યા જઈએ ત્યાં સુધી નીચે જાય છે. કારણ કે જેવી તે ભરાઈ કે તે સીધી થવાની અને ઠેઠ ઉંચે સપાટી સુધીના પાણી સાથે તેમાં ભરાયલું પાણી સંબંધવાળું હોવાથી, આપણા પ્રયોગમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એ પાણી પેલી ચીમનીમાંના પાણીની પેઠે એટલું નીચે તરફનું ઢળાણુ કરવાનું કે જેથી ડાલ કે તામડીની નીચે રહેલું પાણી ઉપલી તરફનું ઢળાણુ કરતું હોય તેની બરાબર થાય. એટલે ડાલ માત્ર પોતાના ખાલી વજનને લીધે ગુરુત્વાકર્ષણથી ખેંચાઈ નીચે જવાની. અને તેથી પાણીમાં જ્યારે આપણે તેને પાછી ઉંચે ખેંચીએ છીએ ત્યારે આપણે માત્ર તેના વજન જેટલું બળ કરી ખેંચવું જોઈએ. આપણે તે કરતાં પણ ઓછું બળ કરવું પડતું હોય એમ લાગે છે. એમ થવાનું કારણ આર્કિમિડિસની શોધપરથી સહજ સમજાયું હશે. પાણીથી ભરેલી તામડી કે ડાલને આપણા પાછલા પ્રયોગમાં વર્ણવેલો ઘન પદાર્થ ધારીએ. એટલે પાણી સહિત તામડીનું જે વજન હોય તેનાપર પાણી-માંના ચારે બાજુના ઢળાણુનું પરિણામ એ થવાનું કે આ

તામડી જેટલી જગા રોકે એટલી જગામાં જેટલું પાણી સમાય તેના જેટલું ઉપર તરફનું દબાણ હોયું જોઈએ. અર્થાત્ ડોલમાં માયલાં પાણીનું વજન તો આ ઉપર તરફના દબાણવડે ટેકવાય છે એટલુંજ નહિ પણ ડોલ કે તામડીની બાબુઓના પતરાં જે પાતળી જગ્યા રોકે છે તે જગ્યામાં રહે એટલા પાણીના વજન જેટલું વધારે ઉપર તરફના દબાણનું બળ હોય છે. અને આ બળ તામડી કે ડોલના વજનને પોતાની શક્તિના પ્રમાણમાં આધાર આપે છે. અને તેથી તેટલું વજન ડોલ કે તામડીનું ઓછું લાગે છે.

લાખવાળા સોનાના દાગીના.

દાહરો.

તુચ્છ મનુજ પણ કેા સમે, કરે મહતનું તોલ;

પાણી પ્રકટ કરી દીંયે, કનકભૂષણનું પોલ. ૧

સોનાના પોલા દાગીનામાં લાખ ભરવામાં આવે છે તે તો તમે જાણતા હશે. એવા લાખવાળા દાગીનાનું લાખ ભરેલી હોય તેમનેતેમ વજન કરવું હોય છે ત્યારે વ્યવહારમાં તે દાગીનાને કાંટામાં મૂકી દાગીનાવાળા તાજવાને પાણીમાં રાખી જોખવામાં આવે છે. એમ કરવાનું કારણ બુદ્ધિમાન વાંચનારને તો હવે સમજાયું હશે. લાખવાળો પોલો સોનાનો દાગીનો પોતાના કદ જેટલી જગા પાણીમાં રોકે છે અને તેથી તેનું (લાખ સહિત) બહાર હવામાં જે વજન હોય છે તેનાં કરતાં પાણીમાં તે દાગીનાનાં કદ જેટલી જગામાં જેટલું પાણી રહી શકે તેટલા પાણીના વજન જેટલું ઓછું થાય છે.

એ તો આપણે પ્રથમ સાળિત કરેલા નિયમ પ્રમાણે છે. હવે ધારો કે આ દાગીનામાં સોનાનું વજન ૪ તોલા છે અને લાખનું ૧ તોલો છે તથા એ દાગીનાના કદ જેટલાં પાણીનું વજન લગભગ ૧ તોલો છે તો ખહાર હવામાં જે દાગીનો પાંચ તોલા થતો હોય તો અંદર પાણીમાં ચાર તોલા થાય એટલેકે બરોબર સોનાના વજન જેટલોજ થાય. અર્થાત્ એ પોલા દાગીનામાં ભરેલી લાખ જેનું કદ એ પોલા દાગીના જેટલુંજ લગભગ છે તેનું વજન અને તેટલાં કદનાં પાણીનું વજન લગભગ સરખું છે એમ તપાસથી શોધી કહાડવામાં આવ્યું હોય તો પછી આવા પોલા દાગીનાઓને પાણીમાં જોખવાથી પેલું લાખનું વજન (ઉપર જણાવેલા કારણથી) કપાઈ જાય અને જેટલું સોનું હોય તેનું ખરેખરું વજન દાગીનો ભાંગ્યા કે ગાળ્યા વગર મળે. અને વાસ્તવિક રીતે આમજ છે.



પાતાળ કૂવાઓ.

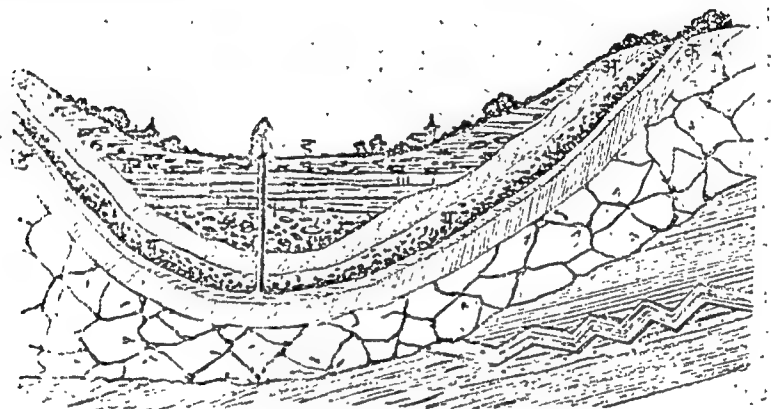
સોરઠો.

શું ન બને આ કાળ, માનવ મહેનત બે કરે;
પ્રયત્નથી પાતાળ, ફેડી અખુટ કૂવા કરે. ૧

વરસાદનું પાણી અને બરફ ગળવાથી થતું પાણી પૃથ્વીની સપાટીથી થોડે ઉંચે હોય છે તો તરત વહેવા માંડે છે, તથા આપણને નદી અને ઝરાના રૂપમાં દેખાય છે. પરંતુ બધું પાણી આ પ્રમાણે વહી જતું નથી. થોડું પૃથ્વીની અંદર પેસે છે. અને તેનાં ભોંયમાંનાં ઝરણા બને છે. જ્યારે પાણીની જરૂર જણાય છે ત્યારે કૂવા ખોદી, એ પાણી પાછું આપણે કામમાં લઈ શકીએ છીએ. જ્યારે કૂવાને પાણી પૂરું પાડનાર ઝરણુ જ્યાં કૂવો ખોદ્યો હોય છે તેનાથી બહુ ઉંચાણના કોઈ પ્રદેશમાંથી આવતું હોય છે ત્યારે, પાણી અંદરથી છૂટી જમીનની સપાટીથી પણ ઉંચે જવા યત્ન કરે છે. આવા જે કૂવાઓ નીકળી આવે છે તેને પાતાળ કૂવાઓ કહે છે. ચીનમાં અને ઈજિપ્તમાં ઘણા જૂના વખતમાં આવા કૂવાઓ ખોદાવતા હતા એમ જણાય છે. પરંતુ યૂરોપમાં તો આ જમાનામાંજ તેની જાણ પડી છે.

આ કૂવાઓની રચના સમજવા માટે એટલું ધ્યાનમાં રાખવું જરૂરનું છે કે પૃથ્વીનાં પડો બે જાતનાં હોય છે. રેતી ચાક વગેરે પદાર્થનું બનેલું એક જાતનું પડ, પાણીથી ભેદી શકાય એવું હોય છે, જ્યારે માટી વગેરેનું બીજું જાતનું પડ પાણીથી અભેદ હોય છે. ધારો કે હ સ્થળની નીચે અવ અને કહ બે અભેદ પડોની વચ્ચે એક ભેદ પડ છે. વરસાદનું પાણી સપાટી આગળથી એકવાર આ પડમાં ઉતર્યું કે પછી બે બાબુપર ભેદી ન શકાય એવાં પડ હોવાથી

આમતેમ જઈ શકતું નથી અને એ પડના સૌથી નીચા ભાગમાં ભરાવાનું ચત્ન કરે છે. આથી જ્યાં આ ભેદ પડે ત્યાં નીચાણ પડતો ભાગ આવેલો છે એવી જગ્યાએ કોચવામાં આવે છે ત્યાં, પાણી સમતલ થવાના પોતાના સ્વભાને લીધે, એકદમ તે કાણાંવાટે ઉંચે ઉડે છે. અને જમીનની સપાટીથી ઘણે ઉંચે સુધી જાય છે.



ચિત્ર ૩૬ મું.—પાતાળ કૂવાનું અરણ્ય.

પાતાળ કૂવાને પૂરે પાડનારાં અરણ્યો ઘણી વખતે સાદા સીત્તેર માઈલ જેટલે દૂરથી આવે છે. તેમની ઉંડાઈ જૂદા જૂદા ઠેકાણે જૂદી જૂદી હોય છે. એક જાણીતો સૌથી મોટો પાતાળ કૂવો છે તેની ઉંડાઈ ૧૮૦૦ ફીટ છે, અને તેમાંથી પાણી આવે છે તે ૨૭° જેટલું ગરમ હોય છે. જેમ પાણી વધારે ઉંડાણમાંથી આવે છે તેમ વધારે ગરમ હોય છે. આલ્બર્ટાનાં રણોમાં ઠેકાણે ઠેકાણે આવા પાતાળ કૂવાઓ કરવામાં આવ્યા છે તેથી ઘણા ભાગ પૂજારૂપ થઈ ગયો છે.

કાગળનાં પૂતળાં નચાવવાનો ખેલ.

સોરઠો.

કરે કારમો નાચ, કાગળકેરાં પૂતળાં;
એ વિજળીનું સાચ, સમજો વિધાના યજ્ઞે. ૧

ઉપરના ચિત્રમાં યતાવ્યા પ્રમાણે એ જાડી ચોપડીઓપર



ચિત્ર ૪૦ મું. કાગળનાં પૂતળાંપર
વિજળીનો પ્રયોગ.

ટેકવીને એક કાચના ચોરસ કકડાને મૂકો. ચોપડીઓ એવી જાડી પસંદ કરવી કે જેથી કાચ ટેબલથી એક ઇંચ ઉંચો રહે. ચીકણા રૂપેરી કાગળમાંથી તમારી મરજીમાં આવે એવા આસરે પોણાં ઇંચ જેવડા પૂતળાં કાપી કા'ડો. માણસની ઐરાંની, છોકરાંઓની, કે જનાવરની ગમે તેની આકૃતિઓ કાપી કા'ડશો તોપણ ચાલશે. કાગળ રંગીન હશે તો પ્રયોગ વધારે આનંદકારક લાગશે.

હવે આ કાગળનાં પૂતળાંઓને હારદોર પેલા કાચની નીચે ટેબલપર મૂકો, અને કાચના ચોરસાને એક રેશમી

રૂમાલવતી સારી પેઠે ઘસો. થોડીવારમાં આ પૂતળાંઓ કાચની નીચેથી નીકળી ઉંચે ઉડવા માંડશે. તરત નીચે પડશે ને પાછાં ઊડશે એમ કેટલીકવાર થયા કરશે. કેટલોક વખત એમ થયા પછી તો માત્ર તમારા હાથના સ્પર્શથી ઉડાઉડ શરૂ થશે અને તમે હાથ આઘો લઇ લેશો તો પણ ચાલુ રહેશે.

ખાલુગરો આવા તમાસા સેંકડો વખત બતાવી લોકોને વ્યામોહ પમાડે છે. તે વખતે દરેક જોનારને એ બાબતમાં શું ગુહ્ય રહેલું છે તે જાણવાની સ્વાભાવિક જુજાસા થાય છે.

કાચપર રેશમી રૂમાલવડે ઘસવાથી આપણે એક પ્રકારની વિજળી પેદા કરીએ છીએ. અને વિજળીનો એવો ગુણ છે કે બીજા પદાર્થોને તે આકર્ષે છે અથવા પોતાનાથી દૂર કાઢે છે. ઘસવાથી વિજળી કેમ પેદા થાય છે અને આકર્ષણ અને પ્રતિહનન શા નિયમથી થાય છે તે આપણે આગળ 'વિજળી'ના વિષયમાં જોઈશું. આ ઠેકાણે એટલું જાણાવવું બસ થશે કે એ નિયમથી કાગળનાં પૂતળાંઓનું આકર્ષણ અને પ્રતિહનન થાય છે, અને તેથી પૂતળાંઓ ઉડતાં અને પડતાં એટલે નાચતાં લાગે છે.

આ ખેલ પૂર્ણ પ્રતેહમંદીથી કરવા માટે કાચ તથા રૂમાલ બીલકુલ ડોરા (સૂકા) હોવા જોઈએ. તેઓ સૂકા છે એ ખાત્રી કરવા સાફ તેમને પહેલાથી જરા જરા ગરમ કર્યા હોય તો બસ. વળી જો ટેબલને પણ જરા ગરમી આપી હોય છે તો બહુજ સારો અને ચોક્કસ દેખાવ જોવા મળે છે. વળી રૂમાલ પણ સૂતરાઉ ન રાખતાં રેશમી લીધો હોય છે તો પ્રયોગ સફળ થવાની વધારે આશા રહે છે.



વિજળી.

શાર્દૂલવિક્રીડિત છંદ.

છે જેવો ચમકાર વિજળી તણો, તેવો ચમકાર છે;
તજસ્વી તણું તેજ જેવું વિલસે તેવો મહાસાર છે;
ચંત્રોને ગતિમાન દૂરથી કરે, કામો કરે કારમાં;
સંદેશા દૂર દેશથી પળવિષે પોંચાડો દે તારમાં. ૧

જે મહાશક્તિના બળથી આકાશમાં સુંદર ચક્રચક્રતું
અજવાળું થઈને કાનના પડદા ફાડી નાંખે એવો મો'ટો ગડ-
ગડાટ થાય છે, તથા જેને લીધે મો'ટા મો'ટા ઝાડો જમી-
નદોસ્ત થઈ જાય છે અને મો'ટી મો'ટી હવેલીઓના
કકડા થઈ જડમૂળથી ઉખડી જાય છે તે મહાશક્તિનું નામ
વિજળી છે.

વિજળી ઉત્પન્ન કરવાનાં ઘણાં સાધનો છે તેમાં ઘર્ષણ
અથવા ઘસવું એ મુખ્ય સાધન છે. અંધારામાં સૂકા રેશમી
કપડાપર જોરથી હાથ ઘસીએ છીએ તો તડતડ થાય છે,
તથા વેગથી વાતા પવન અને વાદળાંનાં અથડાવાથી આકા-
શમાં ઝળકારો થાય છે. એ સર્વનું કારણ વિજળી છે. પરંતુ
ધ્યાનમાં રાખજો કે તત્ત્વીયાની પેઠે થોડો અથવા આકાશમાં
થતા ઝળકારો જેવો ઘણો પ્રકાશ આપવો એટલોજ કંઈ
વિજળીનો ગુણ નથી. વિજળી સંબંધે બધું શીખનારને તેના
બીજા ગુણોની બબર પડે છે, તેમજ વિજળી માણસને
કેટલી બધી ઉપયોગમાં આવે છે તે સુદ્ધાં જાણવામાં આવે છે.

વિક્ષાનોએ વિજળીનું પાકું જ્ઞાન મેળવી તેને એવી તો
પોતાના તાબામાં લીધી છે કે તેવડે સામાન્ય રીતે મગજમાં
પણ ન આવે એવાં કાર્યો કરાવે છે. વિજળીથી દારૂ સળગા-

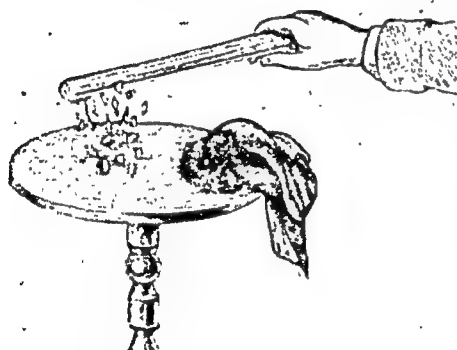
યાય છે અને સુરંગો ફેડી રસ્તા પાડી શકાય છે. એક ગામથી બીજે ગામ ગમે તેટલે દૂર તારવડે જે સંદેશાઓ પહોંચાડવામાં આવે છે તે પણ વિજળીથીજ થાય છે. વિજળીના દીવા કરાય છે; અને આગગાડી, ઘડીઆળ વગેરે જૂદા જૂદાં યંત્રોને વિજળીથી ગતિ આપવામાં આવે છે.

વિજળીના ગુણ જાણવામાં આવ્યાથી માણસોને ઘણા ઘણા લાભો થયા છે તે બધા આ ઠેકાણે વર્ણવવા ખેશીએ તો બહુ વિસ્તાર થઈ જાય. માટે પ્રથમ તો માત્ર એક જાણવા જેવી બાબતપર વાંચનારનું ધ્યાન ખેંચીએ છીએ. વિજળી ઘરે અને ઈમારતોપર કોઈ કોઈ વાર પડી તેમનો નાશ કરી નાંખે છે એ તો તમારી જાણ બહાર નહિ હોય. આ હાડેમારીથી બચવાને વિજળીનું જ્ઞાન ધરાવનારા વિદ્વાનોએ એક યુક્તિ શોધી કાઢી છે. ધાતુના પદાર્થોમાંવીજળી ટકી ન રહેતાં એકદમ નીચે પૃથ્વીમાં ઉતરી જાય છે. વિદ્યાનાં શોધથી આ બાબત જાણવામાં આવી કે તેનો ઉપયોગ કરી વિદ્વાનોએ નીચે પ્રમાણે યુક્તિ રચી છે. તાંબાનો એક જડો તાર અથવા સળીઓ લોંચમાં ઉંડો દાટી ત્યાંથી ઈમારતને લાગુ કરી છેક ઉંચામાં ઉંચા લાગ સુધી લઈ જઈ તેનાથી પણ સહજ ઉંચો રાખવામાં આવે છે. આમ કરવાથી ઈમારત કરતાં ઉંચો તાર ઈમારતપર પડતી વિજળીને પહેલવહેલો પોતાની તરફ આકર્ષે છે અને તે તારવાટે વીજળી લોંચમાં ઉતરી જાય છે. આ રીતે ઈમારતને બિલકુલ નુકસાન થતું નથી. વિજળીની જળરી શક્તિ છતાં ના'નો સરખો તાંબાનો તાર તેને એક બાજુએ ખેંચી જઈ મો'ટી ઈમારતને બચાવે છે એ કેટલું ચમત્કારી છે? ! વિદ્યાનાં જ્ઞાનથી માણસનું કેવું રક્ષણ થાય છે તેનો વિચાર કરો!

આવી ચમત્કારી વિજળીના ગુણો જાણવાને આપણે સહેલા સહેલા પ્રયોગો કરીએ. એક કાચના સળીઆને થોડા ગરમ ડેરા રેશમથી જોશભેર ઘસો. આમ કરવાથી તેમાં વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે; અને તેની પાસે જે કોઈ હલકો ખારીક પદાર્થ ધરશે તો તે ઉડીને તેને વળગશે. આ કાર્યને આકર્ષણનું કાર્ય કહે છે. એજ પ્રમાણે લાખની લાકડીને કરશે તો પણ થઈ શકશે. આ પ્રયોગ ઘણો સહેલો છે. અને તમે પોતાની મેળે પણ કરી શકશો.

પરંતુ ઘસેલા કાચના સળીઆને લટકાવી તેની પાસે ખીજે ઘસેલો કાચનો સળીઓ ધરો. આ વખતે ઉપર જણાવેલું આકર્ષણ ન થતાં એક સળીઓ ખીજની તરફ ખેંચાવાને બદલે તેઓ એકબીજાથી દૂર થવા ચત્ત કરે છે, અને પેલો લટકાવેલો પાછો ખસી જાય છે. જો એક લાખના કકડાને આ પ્રમાણે ઘસીને લટકાવશો અને ખીજ લાખના કકડાને એજ પ્રમાણે ઘસીને ધરશો તો તે પણ એકબીજાથી પાછા હઠશે. આમ થવાનું કારણ શું હશે એ કંઈ તમારા ધ્યાનમાં આવે છે? આનું કારણ એવું છે કે ઘર્ષણથી વિજળી ઉત્પન્ન થઈ છે પણ બન્નેમાં તે એકજ જાતની હોવાથી એક ખીજથી પાછી હઠે છે. આપરથી એમ ધારશો નહિ કે જેમાં વિજળી ઉત્પન્ન થયેલી હોય એવા બે પદાર્થો હંમેશાં એક બીજાથી પાછા રહે છે. અનુભવથી માલમ પડ્યું છે કે વિજળી બે પ્રકારની છે. અને તેની અસર એવી છે કે એકજ પ્રકારની વિજળી જો બે પદાર્થોમાં હોય છે તો તેઓ એક બીજાથી પાછા હઠે છે, પણ જો તેમાં જુદી જુદી જાતની વિજળી હોય છે તો તેઓ પરસ્પરને આકર્ષે છે. આ બાબતનો વધારે પૂરાવો જોઈતો હોય તો નીચેનો સહેલો પ્રયોગ કરી જુઓ.

મેજ પર કાગળના થોડા નાના કકડાઓ મૂકે, કાચના સળિયાના એક છેડાને ઘસે, ઘસેલા છેડાને એ કકડાઓ પાસે ધરે, ઘસાયેલા છેડો જેવો તેમની તરફ ધરે છે કે તરત ચિત્ર ૪૧ માં જણાય છે તે પ્રમાણે કાગળના કકડાઓ ઉંચે ઊડે છે, પણ જેવા તેઓ સળિયાને અડકે છે કે તરત પાછા પડે છે. પ્રથમ જે આકર્ષણ દેખાયું તે લોહચુંબકની



ચિત્ર ૪૧ મું.—કાગળના કકડા પર
વિજળીનો પ્રયોગ.

બાળતમાં થાય છે તેવુંજ છે. એટલે લોહચુંબક ધર્મ વગરના પદાર્થમાં લોહચુંબક પોતાના પ્રાન્તથી વિરુદ્ધ પ્રાન્તનો ધર્મ આપે છે અને તેથી આકર્ષણ થાય છે. એજ પ્રમાણે કાગળના કકડાના છેડાઓમાં સળિયાવડે વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે; અને તે કાચના સળિયા-

ના છેડાથી નૂદી જતની હોવાથી કાગળના કકડાઓ તેની તરફ આકર્ષાય છે. પરંતુ અડકતાં વારને તેમાં એકસરખી વિજળી પેદા થતી હોવી જોઈએ અને તેથી સળિયાથી તેઓ પાછા પડતા હોવા જોઈએ. વિદ્યાથી ઈચ્છું છે કે એમજ છે.

વળી કાચના સળિયાના નહિ ઘસેલા છેડાને કાગળના કકડાઓ પાસે ધરે તો કંઈ અસર થશે નહિ. આથી એમ જણાય છે કે કાચના માત્ર ઘસાયેલા ભાગમાંજ વિજળી પેદા થાય છે. તેની આગળ તે શક્તિ પેદા થતી નથી; તેમજ જે ભાગમાં પેદા થઈ તે ભાગથી અગાડીના ભાગમાં પ્રસરતી નથી. આથી

કાચ વિજળીનો અવાહક કહેવાય છે. કાચના આ ગુણને લીધે એક પદાર્થમાં ઉત્પન્ન થતી વિજળી તે પદાર્થને અડકીને રહેલા બીજા પદાર્થનાં કે જમીનમાં જતી ન રહે તેટલા સારૂ વચ્ચે કાચનો પદાર્થ રાખવામાં આવે છે. આ રીતે કાચ જ્યારે વિજળીને બીજા પદાર્થમાં વહી જતી અટકાવે છે ત્યારે તે વિશ્લેષક કહેવાય છે. બીજા પદાર્થો જેવા કે ધાતુઓ મનુષ્યના શરીર ઇત્યાદિ વાહક કહેવાય છે, કારણ કે એ પદાર્થોમાં જ્યારે એક ભાગમાં વિજળી પેદા કરવામાં આવે છે ત્યારે તે પોતાની મેળે આખા પદાર્થમાં ફેલાઈ જાય છે. બધા પદાર્થોમાં હરકોઈ વ્યાપારથી વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે. પરંતુ તેને પોતાનામાં રોકી રાખવાની બધા પદાર્થોમાં શક્તિ હોતી નથી. એ શક્તિ કાચ, લાખ, રેશમ ઉન વગેરે કેટલાક પદાર્થોમાં હોય છે. તેઓમાં તે શક્તિ ઘણા વખત સુધી રહે છે. ધાતુ પ્રવાહી પદાર્થ, વરાળ, અને માણસ તથા જનાવરોનાં શરીર વગેરે પદાર્થોમાંથી વિજળી ટકી ન રહેતાં તે વાટે ઉતાવળે પૃથ્વીમાં ઉતરી જાય છે.

આમ છે તેથી વિજળીના ચમત્કાર જોવાને માટે એવા પદાર્થો લેવા જોઈએ કે જેમાં તે તેવીને તેવીજ રહી શકતી હોય. જે પદાર્થોમાં તે રહી શકતી નથી તેમાં પણ તે ઉત્પન્ન થાય છે; તે બાબતની ખાત્રી કરવા માટે તથા તેવડે વિજળીને લગતા પ્રયોગો કરવા માટે વિદ્વાનોએ સુક્તિ શોધી કહાડી છે. તે એ કે, જે પદાર્થોમાં વિજળી ટકી શકે છે તે પદાર્થોપર પેલા પદાર્થને રાખવાથી તેમાંની વિજળીના ચમત્કાર જોઈ શકાય છે.

વિજળી ઘર્ષણથી ઉત્પન્ન થાય છે એમ આપણે ઉપર જણાવી ગયા છીએ. વળી રસાયન વ્યાપારમાં અને ઉષ્ણતાના

વ્યાપારમાં જૂદી જૂદી રચનાવાળા એ પદાર્થોને પરસ્પર જોડવાથી પણ તે ઉત્પન્ન થાય છે. દાખલા તરીકે કાચના પાત્રમાં પાણી અને ગંધકનો તેજળ રેડી તેમાં એકમેક જસતનું પત્રું અને બીજામેર તાંબાનું પત્રું મૂકવું અને તે પત્રાંને તાંબાના એ તાર વતી જોડવા એટલે તાંબાના પત્રામાંથી હબરો પરપોટા નીકળશે. એ પરપોટાના વાયુને એક વાસણમાં ભેગો કરી દીવાની પાસે લઈ જઈશું તો તે તુરત સળગશે. તેમજ એ પત્રાને જોડનારો તાર ઉત્તર દક્ષિણ રાખી તેની નીચે લોહચુંબક મૂકશો તો તે ઉત્તર દક્ષિણ ન રહેતાં પૂર્વ પાશ્વરમ લણી વળશે, અને પત્રાપરથી તાર ખસેડી લેશો તો તે અગાઉની પેઠે ઉત્તર દક્ષિણ રહેશે. આમ થવાનું કારણ તેમાં ઉત્પન્ન થતી વિજળીની અસર છે એ કહેવાની આવશ્યકતા નથી.

આવીને આવી રાસાયનિક રીતોથી વિજળી ઉત્પન્ન કરવાના પણ પુષ્કળ પ્રકાર છે. પણ આ ઠેકાણે ઘણું લંબાણ થઈ જાય તેથી બીજા આખી શકતા નથી.

વિજળી સ્વાભાવિક રીતે પણ કેટલાંક પ્રાણીઓનાં શરીરોમાં ઉત્પન્ન થાય છે. સમુદ્રમાંની ઇલ જાતની માછલીના શરીરમાં સ્વાભાવિક વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે, તેથી તે માછલીને ડોઢ અંરકે છે તો તેને મોટો આગ્રકો લાગે છે. દરિયામાં બીજા પણ એક ટોરપેડો નામની માછલી થાય છે. જેના શરીરમાં સ્વાભાવિક વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે.

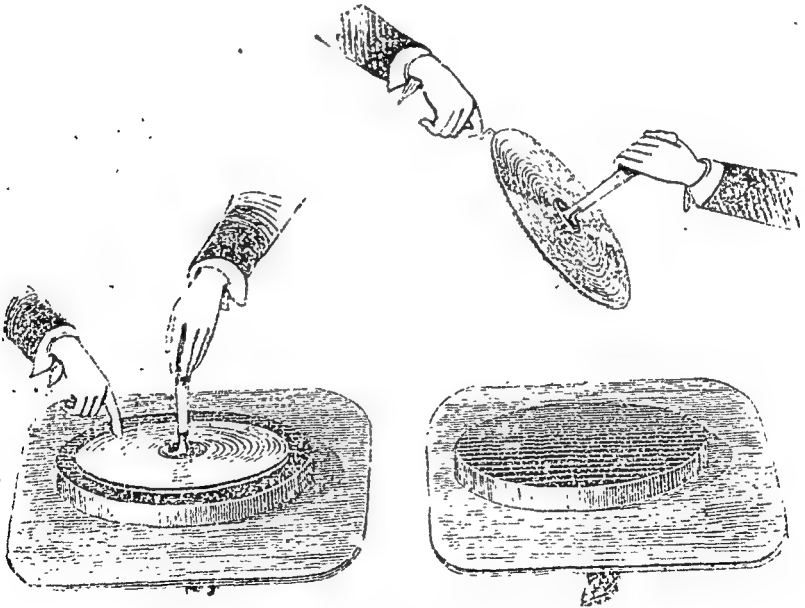


વોટ્ટાનું વિદ્યુર્જનક યંત્ર.

ગીતિ.

અમ કરતાં બ્યમ ઉધમ, આકર્ષણ સહ પ્રકાશ ઉપજાવે;
સમ ધર્ષણથી વિજળી, આકર્ષણ સહ પ્રકાશ ઉપજાવે. ૧

વિજળીના આકર્ષણ અને પ્રતિહનનના નિયમો આપણે જાણ્યા, તથા તે વડે થતા અમત્કારી ખેલો પણ જોયા. હવે એ વિજળીને સાક્ષાત્ જોવાની સહજ જાણાસા થાય છે. વોટ્ટાનામના વિદ્વાને વિજળી કેવી રીતે ઉત્પન્ન કરી હતી તેનું વર્ણન કરીએ.



ચિત્ર ૪૨ મું-વોટ્ટાનું વિદ્યુત્જનક યંત્ર.

ચિત્ર ૪૨ માં બતાવ્યા મુજબ એક લાકડાના ગોળ બીજાને અંદરથી કલધનું અસ્તર આપી તેમાં એક ધંચ બંધ

અને બાર ઇંચ વ્યાસના રાળના ગોળ ચક્રતાને ખેસાડવામાં આવેલો હોય છે. વળી નીચેથી કલઈ કરેલી અને કાચના વિશ્લેષક હાથાવાળી બીજી એક સહજ ના'ની લાકડાની ચકતી હોય છે. આ ઉપકરણનો ઉપયોગ નીચે પ્રમાણે કરવામાં આવે છે. ઉપકરણના સર્વ ભાગો સારી પઠેમ ઉના કરીને પેલા રાળના ચક્રતાને બિલાડીના ચામડાવતી ખૂબ સપાટાથી લુછવામાં આવે છે; તેથી તેમાં એક જાતની વિજળી પેદા થાય છે, જેને વિદ્વાનો ઋણવિદ્યુત્ (Negative Electricity) કહે છે. પછી ચિત્ર ૪૨માં બતાવ્યા પ્રમાણે પેલી હાથવાળી લાકડાની ચકતીને તેના પર મૂકવામાં આવે છે. રાળમાંની ઋણવિદ્યુત્ પેલી ચકતીમાંની ધનવિદ્યુત્ (Positive Electricity) ને આકર્ષે છે અને નીચે ખેંચે છે, તથા ઋણનું પ્રતિહનન કરી તેને ઊંચે કા'ડે છે તેથી જો ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે કાચના હાથાવાળી ચકતીને ઊંચી લઈ તેના ઉપલા તળ પાસે આંગળી ધરીએ છીએ તો તરત વિજળીનો તનખો તેમાંથી નીકળે છે. વળી પાછી એ ચકતીને પેલા રાળના ચક્રતા પર મૂકી એ પ્રમાણે ફરીથી કરશો તો વિજળીનો તનખો પૂરીથી દેખાશે. આ ઉપકરણને વિદ્યુર્જનક યંત્ર કહેવામાં આવે છે. ઇંગ્રેજીમાં એને ઇલેક્ટ્રોફોરસ (Electrophorus) કહે છે.

જેમને આ પ્રયોગ પોતાની મેળે કરી જોવાની ઇચ્છા હોય તેમને એનાથી પણ સહેલો અને ગૃહોપયોગી સામાન્ય ચીજો વડે બનતો એક પ્રયોગ બતાવીએ. અને આ રીતે જ્યારે જે જ્ઞાન પાઠશાળાઓમાં કીમતી ઉપકરણો વડે મળે છે તે જ્ઞાન આ સામાન્ય ચીજોથી પણ મળી શકે છે એમ સાબીત થઈ શકે છે ત્યારે શરૂઆતમાં આપણે જણાવ્યું છે તે યથાર્થ છે એમ કોઈને કહ્યા વિના ચાલશે નહિ.

એક સાધારણ લોઢાના પત્રાંની આસરે એકાદ પુટ લાંબી રંગેલી પાનની રકાળી લઈ તેનાપર રહે એવો એક બહા કાગળનો કકડો કાપી કા'ડો. તથા ચિત્ર ૪૩ માં



ચિત્ર ૪૩ મું. સાદું વિદ્યુજ્જનક યંત્ર.

ખતાવ્યા પ્રમાણે એ કાગળના કકડાની બે બાજુપર એક એક પટ્ટી કાગળની ચો'ડા કે જે હાથા તરીકે ઉંચકમૂક કરવા કામ લાગે. કાચ વિજળીનો અવાહક હોવાથી કાચના બે ખ્યાલાની ઉપર રકાળીને મૂકે.

પ્રથમતો આ જાડા કાગળને દીવા કે દેવતા આગળ
થરીને સારી પેઠે ગરમ કરી કોરો કરી નાંખવો જોઈએ.
આ થઈ રહ્યું કે લાકડાના મેજપર તેને મૂકી મજબૂત અને
કપડાં સાફ કરવાનાં કોરા બ્રશવડે તેનાપર ખૂબ જોરથી અને
સખાટાથી ઘસો. પછી કાગળને રકાળીપર મૂકો. અંગુઠાની
પાસેની આંગળીને વાળી તેથી થતો ઢેકો રકાળીને અડકાડો,
અને પેલા હાથાવતી કાગળને ઊંચો કરી લો. તરત વિજળીનો
તનજો તમારી આંગળીના ઢેકા આગળ નીકળશે. ફરીથી
કાગળને રકાળીમાં મૂકી આંગળીનો ઢેકો પાસે લઈ જશો ને
કાગળને ઊંચો કરી લેશો તો પહેલાની પેઠેજ વિજળીનો
તનજો નીકળશે. આ પ્રમાણે પાંચ છ વખત થઈ શકશે.



રંગ.

ચોપાઠ.

સંપ સન્ને તો ઉજળાં કામ, - કરશે અંતરમાં ધરો હામ;
સર્વ રંગ સંપીને મળ્યા, તો તે સહ ઉન્વળતા રહ્યા. ૧.

નૂદી નૂદી જાતના રંગો તો તમે ઘણીવાર જોયા છે
પરંતુ તેમાં કેટલા રંગો મુખ્ય છે અને કેટલાએક ખીજના
સંમિશ્રણથી (ભેળસેળથી) બનાવામાં આવે છે એ ભાગ્યેજ
કોઈના જાણવામાં હશે. વળી આકાશ અને પૃથ્વીમાં નૂદી
નૂદી વસ્તુઓના ભાતભાતના રંગથી ઠેકાણે ઠેકાણે કેવા સુંદર
દેખાવો દેખાય છે તે જોણે જોયા હશે તેને આ રંગ સંબંધી
જ્ઞાન આનંદજનક થયા વિના રહેશે નહિ.

રોશની કરવાને ટાંગવામાં આવતા મો'ટા મો'ટા કાચના
ઝુમરો (ઝાડો) ને લોલકો અથવા બિલોર અથવા ના'ના
છોકરાઓ જેને હીરા કહે કહે છે તે ટાંગેલા હોય છે. તેને
ત્રણ બાજુ હોય છે. અને તેઓ સાદા ધોળા કાચના બના-
વેલા હોય છે. એવા હીરાના એક ખૂણામાંથી અંદર જોતાં
લાલ લીલા પીળા વિવિધ રંગો દેખાય છે. ઘણા બાળકો આ
ખૂણામાંથી જણતાં રંગો જોઈને આનંદ પામ્યાં છે અને તમા-
રામાંનાં પણ ઘણાંએ ના'નપણમાં એવા હીરામાંથી નૂદા નૂદા
સાત રંગો જોવામાં ઘણીવાર મજા માની હશે. ત્યારે તમારા
મનમાં જણાસા તો ઉત્પન્ન થઈ હશે કે આવા સાદા કાચ-
માંથી વિધવિધ રંગો કેમ જણાતા હશે? પરંતુ તમે પૂછો
કો'ને? અને પૂછો તો પણ કોણ તેનું સમાધાન આપી શકે?
વિદ્યાના વિષયોનું જ્ઞાન જો તમારી આજુબાજુના મો'ટા
પુરુષોમાં હોત તો તમને ના'નપણમાંજ આ જ્ઞાન આપત

અને આવી તમારી બાળ-રમતમાં મળેલું જ્ઞાન તમારા મનમાં
કેવું સરસ સજ્જડ થઈ જઈ મો'ટપણે ઉપયોગી થઈ પડત!

હશે, એમ બનવાનું કારણ આપણે હમણા જોઈશું.
પરંતુ તે પેહેલાં સર આઠઝેક ન્યૂરને એ પ્રયોગ જેવી રીતે
કરી જોયો હતો તેવી રીતે આપણે કરી જોઈએ. બારી બારણાં
ઘણાં ખરાં બંધ રાખી એકાદ પ્રાટમાંથી સૂર્યનો તડકો
આવવા દો. તડકાના માર્ગમાં વચ્ચે આડો એક જડો કાગ-
ળનો કકડો ધરો. હમણાં એનાપર માત્ર સફેદ તડકો પડતો
જણાય છે. એજ તડકાના માર્ગમાં એકાદ ઠેકાણે પેલા લોલકને
સીધો ધરો. હવે તમે જો પેલા જડો કાગળને સહજ ઉંચો
કરશો તો તેનાપર ઘણાજ ખુબસુરત રંગોની એક સુંદર
હાર જણાશે.

આ ખુબસુરત રંગોની હાર પ્રથમ જે સૂર્યનો પ્રકાશ
બારોબર જડો કાગળપર પડતો હતો તેનો કંઈક પરિણામ
છે એ તો તમારા લક્ષમાં આવ્યું હશે. પ્રથમ જે સફેદ
પ્રકાશ જણાતો હતો તેનુંજ ખરૂં કહીએ તો એક પ્રકારનું
પૃથક્કરણ થયું છે. એ સફેદ પ્રકાશ પેલા ખુબસુરત રંગોની
હારનોજ બનેલો છે. એ બધા જૂદા જૂદા રંગનું સંમિશ્રણ
તેજ સફેદ રંગ છે. જૂદા જૂદા રંગનાં જૂદાં જૂદાં કિરણો
સૂર્યના પ્રકાશમાં છે, તે નરી આંખે આપણને પ્રત્યક્ષ દેખાતા
નથી. પણ તે દરેકની વક્રીલવન પામવાની એટલે એક મધ્યસ્થ
પદાર્થમાંથી બીજામાં પેસતાં ઓછો વત્તો વાંકો રસ્તો લેવાની
ટેવ હોય છે. અને તેથી એ બધાં જૂદાં જૂદાં રંગનાં કિરણો
પેલા લોલકના ખુણામાંથી જતાં વત્તુ ઓછું વક્રીલવન પામે
છે અને એક બીજાની પાસે પાસે હારબંધ ખુબસુંદરતાથી
ગોઠવાયલા નજરે પડે છે. તમે સૂર્યના પ્રકાશ અને તેનાં

કિરણોને આટલા દિવસ સુધી સાદા અને અસંયુક્ત ધારતા હતા. પરંતુ આ પ્રયોગથી તમારી ખાત્રી થઈ હશે કે સૂર્યનું ધોળું દેખાતું અજવાળું અને તેનું પ્રત્યેક કિરણ આ પ્રમાણે સુંદર રંગોનું બનેલું છે, અને આ નાના સરખા કાચના કકડામાં તેમને જૂદા પાડી બતાવવાની અબાયબ જેવી શક્તિ રહેલી છે.

તમે કદાચ પૂછશો કે એમાંથી કેટલા જૂદા જૂદા રંગો જણાય છે? સાધારણ રીતે તો સૂર્યના આ બિલોરગત દેખાવમાં સાત રંગો છે એમ કહેવાય છે, પરંતુ ઘરાઘરા ખારીક ન-જરથી જોનારને તરત જણાય છે કે એક રંગ બીજામાં ધીમે ધીમે ભળી જાય છે અને તેથી દરેક ઠેકાણે એટલી બધી જૂદી જૂદી રંગની છાયાઓ થાય છે કે તે બધી તો ગણી પણ શકાય નહિ એટલી છે. જુઓ લીલા અને આસમાનીની વચ્ચે આ એક એવો રંગ છે કે તેને બેમાંથી એકે નામ આપી શકાય નહિ. તેજ પ્રમાણે નારંગી રંગ પીળા અને લાલનો મધ્યસ્થ છે. અને જો કે આને એક જૂદા રંગ તરીકે આપણે ગણીશું તો પણ એવાજ બીજા વચ્ચલા રંગોને માટે ભાષામાં અને વ્યવહારમાં જૂદા નામો પણ નથી. આ પ્રમાણે ખરૂં જોતાં અસંખ્ય રંગો છે પણ મુખ્ય જે સાત રંગ છે તેનાં નામો આપણે ગણાવીએ છીએ. જામલી, ગળી, આસમાની, લીલો, પીળો, નારંગી, અને લાલ.

સાદામાં સાદા ધોળા રંગમાં તે વળી આટલા બધા રંગો ક્યાંથી હોય! એવી શંકા તમે જરાવાર પણ તમારા મનમાં લાવશો નહિ. કારણ કે જે વિકાસોએ આવા શોધો કર્યા છે તેઓએ બધી રીતે પોતાની ખાત્રી કર્યા પછીજ નક્કીપણે લાગતી બાબતો લોકોને જણાવી છે. એ બાબત તમારી

વિશેષ ખાત્રી થવા માટે એક પ્રયોગ તમને કરી બતાવીએ. જેમ આપણે એકલા સફેદ રંગમાંથી સાત રંગ જૂદા પડેલા દીકા તેમજ બે આ સાત રંગને એકઠા કરશો તો તમને એકલો સફેદ રંગજ જણાશે. વ્યવહારમાં વપરાતા રંગવાના મુખ્ય સાત રંગોને લઈ તમે એકઠા કરશો તો એકત્ર થયેલા જથ્થાના રંગ ધોળાશ પડતોજ તમને જણાશે. પૂરેપૂરે ધોળો ન જણાવવાનું કારણ એવું છે કે રંગોની બનાવટમાં કુદરતના મુખ્ય રંગોના જેવી પૂર્ણતા અને શુદ્ધિ હજી હાંખલ થઈ શક્યાં નથી; તેમજ મિશ્રણ કરવામાં દરેક રંગનું કેટલું પ્રમાણ લેવું તેની પણ ચોક્કસ ખબર પડી શકી નથી. આ શિવાય બીજાં પણ કારણો છે તે અત્ર વિસ્તાર થવાના ભયથી જણાવતા નથી.

આના કરતાં સહેલો અને વધારે ખાત્રી લાયક પૂરાવો આપનાર એક પ્રયોગ વિદ્વાનોએ અદ્ધલ ચલાવી શોધી કહાડ્યો છે. અને તે વિલાયતમાં તો બાળકોનાં રમકડાંમાંજ આવી જાય છે. જૂદી જૂદી વિલક્ષણ યુક્તિઓથી સપાટાથી ફેરે એવી ઉભી ધરીવાળું એક રમકડું હોય છે, તેની ધરીપર એક જાડા કાગળની ચકતી જેનાપર જૂદા જૂદા સાત રંગના ભાગો વત્તા ઓછા, જરૂરીઆતના પ્રમાણમાં, રંગેલા હોય છે તેને મૂકવામાં આવે છે. સાદી આંખે પેલા જાડા કાગળને ધરીપર મૂકતાં પહેલાં કે ધરી ફેરવતા પહેલાં આપણે જોઈએ છીએ તો તેનાપર જૂદા જૂદા રંગનાં પટા જણાય છે પણ જેવો તેને પેલી ધરીપર મૂકી ધરીને સપાટાથી ફેરવીએ છીએ કે એ કાગળની આખી સપાટી માત્ર એકજ રંગની અને સ્વચ્છ સફેદ હોય એમજ આપણને લાગે છે. આપણા પેહેલાના અનુભવની સ્મૃતિ આ બીજે દેખાવ ખોટો છે એમ આપણને સાદ્ જણાવે છે અને આપણી

આક્રુષવૃત્તિ (નજર) તેનાપર વધારે ને વધારે ખારીકાઈથી જોય છે, પણ જ્યાં સુધી તે કાગળ ગતિમાં છે ત્યાંસુધી તો આપણને તેનું પૃષ્ઠ સફેદજ જણાય છે.

આ પરિણામ આવવાનું કારણ ઉઘાડુંજ છે. પેલા જડા કાગળપરના રંગો જ્યારે તે ગતિમાં હોતો નથી, ત્યારે સ્પષ્ટ જૂદા જૂદા દેખાય છે. કારણ કે આંખની અંદર જે જ્ઞાનતંતુનું પડ છે તેનાપર પોત પોતાના ઠેકાણાના પ્રમાણમાં જૂદા જૂદા રંગોની જોડા જોડ હારખંધ છળી પડે છે અને પેલા જ્ઞાનતંતુના પડની પાછળ રહેલી આક્રુષ જ્ઞાનવાહિની મારફતે મગજમાં તે છળીનાં સંસ્કાર લઈ જવામાં આવે છે, ત્યારે આપણને તે પ્રમાણે જોયું એવું જ્ઞાન થાય છે. આ ક્રિયા થતાં કંઈ વધારે વખત જાય છે એમ ધારશો નહિ. આંખના પલકારા કરતાં પણ ઘણી ઓછીવારમાં આ બધું થઈ જાય છે. પરંતુ પેલા જ્ઞાનતંતુના પડનો એવો સ્વભાવ છે કે તેનાપર સામેની કોઈ પણ વસ્તુની જે છળી પડે છે તે છળી તે વસ્તુને ખસેડી નાંખ્યા પછી તરત તેનાપરથી ભુસાઈ જવાને બદલે લગભગ એક સેકન્ડના આઠમા ભાગ જેટલા વખત સુધી ટકી રહે છે. એટલે એક વસ્તુને ખસેડી નાંખી બીજી વસ્તુ $\frac{1}{2}$ સેકન્ડમાં આંખ આગળ આણીએ, તો પેલી પહેલી વસ્તુની છળી જ્ઞાનતંતુના પડપર પડેલીજ હોય અને તેનાપર આ બીજી છળી પડવાની, અને તેથી બન્ને છળીનો એકત્ર દેખાવ નજરે પડતો હોય એમ મગજમાં ભાન થવાનું. આજ પ્રમાણે આપણી જડા કાગળની ચકતીના જૂદા જૂદા ભાગપરના જૂદા જૂદા રંગોની છળી આંખના પડપર એક પછી એક બહુ સપાટાથી પડતી હોવાથી, તે બધા રંગોનો એકત્ર સંસ્કાર મગજમાં પડે છે,

અને તેમના મિશ્રણથી ઉપજતો એકજ રંગ આપણે જોતા હોઈએ એવું લાન થાય છે. આ પ્રયોગોથી આપણી નિર્વિવાદ ખાત્રી થઈ કે, $\frac{1}{2}$ સેકન્ડ જેટલા વખતમાં જેટલી જૂદી જૂદી વસ્તુઓ કે દેખાવો આંખ આગળ આવી જાય છે તેની એકત્ર છબી આપણને જણાય છે; ધોળો અથવા સફેદ રંગ સાત મુખ્ય રંગના મિશ્રણનો અનેલો સંયુક્ત રંગ છે; સૂર્યનું અજવાળું આપણને ધોળું દેખાય છે, છતાં તે પણ વિવિધ રંગોના કિરણોના એકત્ર થવાથી જ બનેલું છે. ત્રણ પાસા (ગાંબુ) વાળા બિલોર અથવા લોલક વડે એ ધોળા જણાતા અજવાળાનું આપણે પૃથક્કરણ કરી શકીએ છીએ, અને સૂર્યનાં કિરણો વિવિધ રંગોનાં છે એ પણ સાબિત કરી શકીએ છીએ.

રંગોની જાણવાયોગ્ય ખાખતો.

દાહરો.

મૂળ વસ્તુ વિધ વિધ નથી, વિધ વિધ વૃત્તિ પ્રકાશ;

મૂળ રંગ વિધ વિધ નથી, વિધ વિધ કિરણ વિલાસ. ૧

આપણે પાછળજેયું છે કે ધોળો રંગ સાત રંગોનો બનેલો છે, અને તેવા સાત રંગોને, એકઠા કરવાથી, લગભગ ધોળો રંગ બની શકે છે. કુદરતમાં સાત રંગો એકઠા થાય છે ત્યારે સ્વચ્છ ધોળો રંગ થાય છે, પણ આપણા બનાવેલા આ સાત રંગો એકઠા કરવાથી માત્ર ધોળાશ પડતો રંગ થાય છે એનું કારણ તમારી બુદ્ધિમાં ઉતર્યું છે? જુઓ એ શોધી કાઢવાની રીત તમને બતાવીએ. એક ધરીપર થોડો ભાગ લીલો અને થોડો

લાલ લાલ હોય એવી જે રંગવાળી જાડા કાગળની ચકતી મૂકે અને ધરીને સપાટાથી ફેરવે. આમ કરવાથી ચકતીપર લીલો કે લાલ જેમાંથી એકે રંગ તમને જણાશે નહિ; પરંતુ એ જે રંગના મિશ્રણને જોતા હો એમ લાગશે. જે રંગ જણાય છે તે એ જે રંગનો મધ્યસ્થ વા સહજ ભૂખરો હોય એવો છે.

વળી તમે જો એક પારદર્શક લાલ કાચ લઈ તેનાપર બીજો એવોજ એક લીલો કાચ મૂકી માંહેથી જોશો તો લાલ અને લીલાનો જેવો એકત્ર રંગ ઉપરના પ્રયોગમાં જણાયો હતો તેવું કશુંજે જણાશે નહિ. તેમાંથી આવતું અજવાળું કેવા રંગનું લાગશે તે તમે ધારી શકો છો? હા. એ કાચોમાંથી જે જે રંગના કિરણો આરપાર નીકળી શકે છે તે તે રંગોનું બનેલું હોય એમ લાગશે. લાલ કાચ પોતાનામાંથી લાલ રંગના કિરણો શિવાય બીજા રંગના કિરણોને અને લીલો લીલા શિવાયના બીજા કિરણોને બહાર નીકળવા દેતો નથી, ત્યારે આપણા લાલ ઉપર લીલા મૂકેલા કાચમાંથી આવતું અજવાળું શું એ બેના એકત્ર રંગ જેવું જણાશે? ના. બુદ્ધિ તમે એમ ધારવામાં જરા ભૂલ કરી છે. તેમાંથી અજવાળું આવતુંજ ઘણે ભાગે બંધ થઈ જશે, અને કાચો અપારદર્શક બની ગયેલા લાગશે; કારણ કે જેવાં સૂર્યનાં કિરણો ઉપલા લીલા રંગના કાચપર પડ્યા કે તે સાત રંગના કિરણોમાંથી માત્ર લીલા રંગનાજ કિરણો તે કાચને ભેદી શકવાના, તથા બીજાં કિરણો બહાર રહી જવાના; પછી પેલા અંદર ગયેલા માત્ર લીલા રંગનાં કિરણો નીચેના લાલ કાચપર રહ્યા પરંતુ લાલ રંગ વગરના બીજા કિરણોને તે કાચમાંથી માર્ગ નહિ મળતો હોવાથી તે તો ત્યાંના ત્યાંજ રહેવાના અને લાલ કાચની

આરપાર કંઈ કિરણો આવી શકવાના નહિ; એટલે એ કાચો-માંથી જોનારને કંઈ પ્રકાશ જણાવવાનો નહિ. આ પ્રમાણે બધા રંગનાં કિરણોમાંથી કેઈ આંખસુધી પહોંચી શકતું નહિ હોવાથી કાચો બાણે આરપાર જોઈ શકાય નહિ એવા થઈ ગયા હોય એમ ભાન થાય છે. આ પ્રમાણે જૂદા જૂદા રંગોના કાચોમાંથી તેમજ કૃત્રિમ (ખનાવેલા) રંગોના અણુઓમાંથી પોતપોતાના રંગનાં કિરણોને જ બહાર નીકળવા દેવામાં આવે છે અને બીજા રંગનાં કિરણોને માંહે શોષી લેવામાં આવે છે. પરંતુ એ ક્રિયા થતી વખતે કુદરતમાં જેવી રંગોની પૂર્ણ શુદ્ધિ નહિ થયેલી હોવાથી બીજા રંગનાં પણ ઘણાં કિરણો બહાર નીકળી આવે છે. અને આવા ગોઠા જેવા નીકળી આવેલાં કિરણો, સાત રંગોનો એકત્ર રંગ જેવો ધોળો થયો જોઈએ તેવો ન થવા દઈ તેમાં ભળી જઈ તેને સહજ ભૂરાશ પડતો કરી નાંખે છે. આ ઉપરથી તમારા લક્ષમાં આવ્યું હશે કે દરેક વસ્તુનો જે જે રંગ જણાય છે તે માત્ર પ્રકાશને લીધેજ છે. આપણે જાણીએ છીએ કે સાધારણ સ્થિતિમાં અજવાળામાં અસંખ્ય રંગીન કીરણો ભળેલાં છે, એ કિરણો જ્યારે પાંદડાદર પડે છે ત્યારે લીલા વગરનાં સઘળાં કિરણો ક્યાં તો શોષી લેવાય છે કે બીજી કેઈ રીતે તેનો વ્યય કરી નંખાય છે; તથા પેલાં લીલાં રંગનાં કિરણો પાંદડાના જૂદા જૂદા અણુમાંથી અનિયમિત વક્રીભવન પામતાં બહાર આવી આંખપર પડે છે. એટલે આપણને પાંદડાનો રંગ લીલો લાગે છે. દરેક વસ્તુપર પડતાં પ્રકાશનાં કિરણો-માંથી અમુક રંગનાંજ કિરણો અનિયમિત વક્રીભવન પામી બહાર આવે છે અને આંખને લાગે છે તેથી તે વસ્તુ તેજ રંગની છે એમ આપણે કહીએ છીએ પણ આ પ્રમાણે વસ્તુત:

કોઈ પણ ચીજને પોતાનો સ્વતંત્ર રંગ નથી. જે રંગ જણાય છે તે માત્ર અજવાળાના કિરણોનોજ છે. અને દરેક ચીજનાં રંગમાં ફેર પડવાનું કારણ જૂદાં જૂદાં કિરણોને શોષી લેવાની તે તે વસ્તુની શક્તિ છે.

આર્ય શાસ્ત્રકારોનું એવું મત છે કે ‘આ વિશ્વમાંના સર્વ પદાર્થો વસ્તુતઃ જૂદા નથી.’ એ સિદ્ધાંત આ રંગના જ્ઞાનથી સિદ્ધ થાય છે. કારણ કે જૂદી જૂદી જણાતી અસંખ્ય ચીજોનો રંગ વસ્તુતઃ જૂદો નથી એમ આપણે ઉપર જોયું, એટલે કે જૂદા જૂદા રંગને લીધે વસ્તુઓનું લાગતું જૂદાપણું ખરું નથી પણ માત્ર પ્રકાશના યોગે થતો ભ્રમ છે એમ કહીએ તો ચાલે. વિદ્યાના નિયમથી સિદ્ધ થતા તત્વજ્ઞાનના નિયમો વાસ્તવિક હોવાનો વધારે સંભવ છે.

રંગ સંબંધી ઉપયોગી જ્ઞાન.

ગીતિ.

પોષક શોષક સવિતા, પ્રધાનરૂપે ગણાય જગ-અંગે;

વિવિધ તત્વ સૌંચે જે-એક કિરણમાં રહ્યાં વિવિધ રંગે.

સૂર્યનો પ્રકાશ સફેદ જણાય છે પરંતુ જૂદા જૂદા સાત રંગોનો બનેલો છે એ બાબત તો લિપ્ત લિપ્ત પ્રયોગો વડે આપણે પાછળ સિદ્ધ કરી ગયા છીએ. વળી રંગોનું કેવી સારી રીતે પૃથક્કરણ કરી શકાય છે તે પણ આપણે જોયું. હવે રંગસંબંધી હમેશના ઉપયોગમાં આવનારી બીજી કેટલીક બાબતો વિષે આપણે થોડું બોલીશું.

મુખ્ય સાત રંગોમાંના એકને જૂદો કા’ડીએ અને બાકીનાને એકઠા કરવાથી જેવો રંગ થાય તે રંગ પેલા જૂદા કા’ડેલા

એક રંગનો શ્વેતપૂરક રંગ કહેવાય છે. કારણ કે જો પેલા એકલા રંગમાં આ મિશ્ર રંગ નાંખીશું તો સફેદ રંગ થશે. કયા રંગનો કયો રંગ શ્વેતપૂરક છે તે આગળ ઉપર જણાવશે.

કોઈ ભપકાદાર ચળકતા રંગવાળી વસ્તુપર તમે ધારી ધારીને જોશો તો થોડીવારમાં તમારી આંખ અંખવાતી હોય એમ તમને લાગશે, એટલે જાણે તે રંગ જોઈને થાકી ગઈ હોય એમ થતું જણાશે. તરતજ બીજા કોઈ રંગની વસ્તુ તરફ તમે નજર કરશો તો તે વસ્તુનો ગમે તેવો રંગ હશે તોપણ તમે પ્રથમ જોયેલી વસ્તુના રંગનો શ્વેતપૂરક રંગ તમે જોતા હો એમ તમને લાગશે. આ વાત બહુ ધ્યાન આપવા જોગ છે. દાખલા તરીકે એક લીલી વસ્તુને તમે જોશો તો તમારી આંખના જ્ઞાનતંતુઓ લાલ રંગ જે તેનો શ્વેતપૂરક છે તે જોવાને વધારે તીવ્ર થશે. આ લીલા કાચના કકડામાંથી બારી તરફ થોડી સેકન્ડ તમે જુઓ, અને પછી કાચનો કકડો પડ્યો મૂકી એમને એમ જુઓ તો સઘળું ગુલાબીજ ગુલાબી લાગશે. આમ થવાનું કારણ તો હવે તમારા લક્ષમાં બરાબર આવ્યું હશે. વળી જ્યારે લીલા તરફ જોનારી આકૃષ્ટ વૃત્તિ થાકી જાય છે ત્યારે તરતજ લાલ રંગ જોવામાં આવે છે તો તે હોય તેથી વધારે ભપકાદાર લાગે છે.

આ એક ઘેરા ભૂરા રંગનો જડો કાગળ છે. અને આ બીજો સુંદર નારંગી રંગનો છે. જુઓ એ બેને તમારા દેખતાંજ દેખણપર પાથડું છું. અને તે દરેક પર વચ્ચે આ સાદા ઘોળા નોટપેપરનો અકેક કકડો મૂકું છું. આ નોટપેપરનો કકડો એ કાગળોપર મૂક્યા પછી કેવા રંગનો દેખાશે વા? શું તમે એમ કહો છો કે નોટપેપર ઘોળો છે તે ઘોળોજ દેખાશે. હો ત્યારે જુઓ આ નોટપેપરના કકડાઓ કેવા દેખાય છે!

એક તો જરા પીળાશ પડતો અને બીજો જરા આછો આસ-
માની દેખાય છે. કેમ ત્યારે નોટપેપર ઘોળોજ દેખાશે એમ
ધારવામાં તમે કેવી ભૂલ કરી! હવે પેલા ભૂરા અને નારંગી
રંગના કાગળોને બદલે લાલ અને લીલા કાગળોપર નોટ-
પેપરના કકડાઓને મૂકો, તો લાલ કાગળપર નોટપેપર લીલો
અને લીલાપરનો ગુલાબી જણાશે.

રંગના નિયમોનું આ જ્ઞાન માત્ર ગમતજ આપનારું છે,
એનો તે વળી વ્યવહારમાં શો ઉપયોગ થઈ શકે, એવી શંકા
તમારા મનમાં લાવતા નહિ. જૂઓ એક રંગની પાસે બીજી
સાદી વસ્તુ આવે છે તો તે વસ્તુને બીજોજ રંગ હોય એમ
જણાય છે. વળી આપણે જોયું કે લીલા પાસે સફેદ અથવા
ઝાંખો રંગ હોય તો તે ગુલાબી લાગે છે. ત્યારે આપણા માથાપર
જે લીલા રંગની વસ્તુ પહેરી હોય તો તેની પાસે આવેલું
આપણું મોં જોનારને ગુલાબી લાગે એ સ્વભાવિક છે; આમ
છે તેથી માથાપર લીલા રંગનો પહેરવેશ ધારણ કરનાર
માણસ સુકાઈ ગયો હોય તો પણ લોહીઆળ અને સુંદર લાગે
છે. આ વાત જાણ્યા પછી હવે જો કોઈ કપડાં વેચનાર તમારો
ચહેરો સુંદર ગુલાબી દેખાય એટલા સારૂ ગુલાબી વસ્ત્ર પ-
હેરવાની ભલામણ કરે તો તેના અજ્ઞાન તરફ તમને જરૂર
હસવું આવશે અને તેની ભૂલ બતાવવાને તમે તૈયાર થશો.

આપણા લોકોને અવલોકન કરવાની ટેવ નહિ હોવાથી
આવી બાબતો દરરોજ તેમના જોવામાં આવતી હોવા છતાં,
તેનો તેમને ખ્યાલ પણ હોતો નથી, આ ખરેખર શોકજનક
છે. ચિતારાઓ પણ કેટલેક પ્રસંગે આવા અજ્ઞાનથી મૂઝાય
છે. એવું કહેવાય છે કે આ જમાનામાં સૌથી વધારે પ્રખ્યાત
થયેલા ટ્રેડ કારીગરોમાં યુજેન ડીલેકોઈકસ નામનો એક

હોંથીઆર ચિતારો હતો. એક દિવસે ભપકાદાર પીળા રંગનો પડદો ચીતરવાની તેને ઇચ્છા થઈ. કેટલાક પ્રયત્નો કરી જોયા પણ તે સફળ થયા નહિ. ત્યારે રૂબેન્સ અને વેરોનીસ નામના પ્રખ્યાત ચિતારાઓ કેવી રીતે સુંદર પીળા રંગો ડાંડતા તે જોવા હુત્ર જવાને ગાડી મંગાવી. એવું બન્યું કે પારીસમાં તે વળતની ભાડાની ગાડીઓને ચળકતો પીળો રંગ લગાડવામાં આવતો હતો. અને જેવો તે ગાડીમાં બેસવા જતો હતો કે તે રંગપર તેની નજર પડી. અને તેણે જોયું કે ગાડીના ચળકતા પીળા રંગને લીધે તેના છાંયડાનો રંગ પીળાનો શ્વેતપૂરક ભૂરા રંગપડતો દેખાય છે. જે બાળત માટે તેને આટલી ચેટક લાગી હતી તે એના હાથમાં સહજમાં આવી ગઈ. ગાડીને વઢાય કરી પોતાના કામ કરવાના ચોર-કામાં આવ્યો. પડદામાંના છાંયડાના ભાગોને ભૂરા રંગથી રંગ્યા અને ગાડીના ભાગને સુંદર પીળા રંગ્યા. આ રીતે પોતાની ધારણા પ્રમાણે, જોનારને બહુ ભપકાદાર લાગે એવો પીળો રંગ કરી શક્યો.

વળી આજ કારણથી જે જમીનપર કેસરની પાંતરીઓ વેરાઈ હોય છે તે જમીનનો રંગ ભૂરો લાગે છે. ઈંગ્લંડમાં સ્ત્રીઓની ટોપીનો અને તેપર મૂકવામાં આવતાં પુલોનો રંગ પસંદ કરવામાં આ જ્ઞાનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. કઈ સ્ત્રીએ કેવો રંગ પસંદ કરવો તેના સંબંધમાં એક વિદ્વાન આ પ્રમાણે જણાવે છે: સુંદર વાળવાળી અને સામાન્ય ગોરી ઝેરીને ધોળાં ગુલાબી કે રાતાં પુલવાળી કાળી ટોપી સારી દેખાય છે. કોઈ પણ જાતના ચહેરાને ધોળી ટોપી આલશે, પરંતુ ગોરી ઝેરીઓને તેમાં ધોળાં કે ગુલાબી કે આસમાની પુલો સારાં દેખાશે, જ્યારે ઘંઉવર્ણીઓને રાતા, નારંગી કે

પીળાં પુમતાંઓ ઠીક લાગશે. ગોરાં અથવા ગુલાબી રહેરા-
વાળીને લીલી ટોપી દીપશે અને તેમાં સફેદ અથવા ગુલાબી
પુલો ખોટાં લાગશે નહિ. ઘંઉવર્ણી સ્ત્રીઓની ચામડીની ખડુ
પાસે ખુદ્દા રાતા રંગની ટોપી સારી નહિ કારણ કે તેમને
માટે ગુલાબી પડતો રાતો રંગ યોગ્ય લાગે છે. ઘંઉવર્ણી
ખાઈઓને પીળી ટોપીઓ પ્રાવતી આવે છે અને ભૂરા તથા
આસમાની સાજ તેનાપર ઠીક શોભે છે.

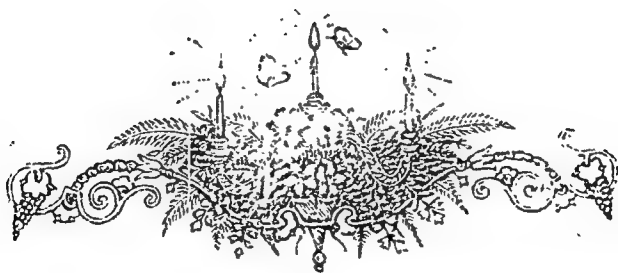
ગીથ નામનો વિદ્વાન કહે છે કે રંગોમાં એક પ્રકારની
નૈતિક અને જ્ઞાન આપનારી ખૂબી રહેલી છે. ખુદ્દા રંગો
જેનારતું મન રંજન કરી આનંદ આપે છે, પરંતુ ઘેરા રંગો
માણસના મનને ઉંડા વિચારમાં નાંખી દે છે. આમ થવાનું
કારણ રંગમાં રહેલું છે કે માત્ર વિચારોના સંબંધથીજ એમ
થાય છે, એ નિર્ણય કરવાનું કામ મુશ્કેલી ભરેલું છે. તોપણ
થોડે ઘણે દરજ્જે એમ લાગે છે કે માણસના મનમાં જૂદા
જૂદા ભાવો ઉત્પન્ન કરવામાં રંગનો કંઈ ખાસ ગુણ કારણરૂપ
હોય તેના કરતાં જૂદા જૂદા રંગો જોડે જૂદી જૂદી કલ્પ-
નાઓનો સંબંધ ઘણા વખતથી ચાલ્યો આવે છે એ વધારે
અળવાન કારણ હોવું જોઈએ.

જૂદા જૂદા રંગો વિવિધ ભાવોની નિશાની તરીકે વાપર-
વામાં આવે છે. ઇંગ્લંડ વગેરે દેશોમાં ધોળો રંગ સત્યતાનો;
લાલ રંગ પ્રેમનો, લીલો મુખાકારીનો અને ભૂરો પશ્ચાતાપનો
ભાવ બતાવે છે.

આર્ય શાસ્ત્રકારોએ પણ રંગો અને તેથી ઉપજતા ભાવોનું
કારણસહિત વર્ણન કર્યું છે. જેનો કંઈક સાર આ ઠેકાણે
આપીએ છીએ. ધોળો રંગ સત્વગુણનો સૂચક છે. પ્રાણીઓમાં
ઘણું કરીને સત્વગુણની પ્રધાનતા હોય છે તેમજ તેમનો
રંગ ધોળો હોય છે. શુક નામનો ગ્રહ જાતે ધોળો

છે તેમજ તે શરીરમાં રહેલા પ્રજ્વલતી દ્રવ્ય, જે પણ ધોળું છે, તેનો અધિપતિ ગણાય છે. માણસના શરીરમાં વહેતું લોહી લાલ હોય છે. અને મંગળના ગ્રહનો રંગ પણ લાલ છે એ તો આ જમાનાની શોધથી પણ ઠર્યું છે. આથી એ મંગળનો ગ્રહ લોહીનો અધિપતિ ગણાય છે તે પણ સકારણજી હોયું થયે છે. વળી લોહીથી શૌર્ય પ્રકટે છે અને તેથી જે માણસના ગ્રહમાં મંગળ યજમાન હોય છે તે શૂરવીર થાય છે એ સ્વાભાવિક છે. રક્તવર્ણ (લાલરંગ) રજોગુણનો સૂચક છે અને તેથી ગૃહસ્થાશ્રમમાં ઘણા લાલ પદાર્થોનો ઉપયોગ કરવાનું વિધાન કરવામાં આવ્યું છે. કપાળમાં રાતો કંકુનો ચાંદલો, કમુંભારંગની પાઘડી વગેરે લાલ રંગના પદાર્થો સાધારણ રીતે વાપરવામાં આવે છે, તેમજ લગ્ન પ્રસંગે નાડા-છડી, મિઠળ વગેરે લાલ પદાર્થોનો એજ નિયમથી ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. રજોગુણને યતાવનાર લાલ રંગ કામને જાગ્રત કરનાર હોવાથી કામદેવનાં યાણા પણ ઘણાં ખરાં એજ રંગનાં વર્ણવવામાં આવ્યાં છે. લીલો રંગ પણ રજોગુણ સૂચક છે. એનો અધિપતિ પોપટીઆ રંગવાળો ખુદ છે. વૈશ્ય પ્રજાનો અધિપતિ ખુદ ગણાય છે, કારણ કે વૈશ્ય પ્રજામાં રજોગુણ વધારે પ્રમાણમાં હોય છે. કાળો રંગ તમોગુણનો સૂચક છે. ભય અને શોક એ તમોગુણનાં કાર્યો છે. અને તેથી કાળો રંગ ભય ઉપજાવે એ સ્વાભાવિક છે. પાસેના સગાના મરણ પ્રસંગે, હિંદુ લોકોમાં કાળા રંગની પાઘડી પહેરવામાં આવે છે. દરેક પ્રજા શોકનાં પ્રસંગમાં કાળો રંગ પસંદ કરે છે. કાળા રંગનાં ઝાડો પણ શોકના ચિહ્નોરૂપ ગણાય છે. સાધુપ્રજા ઝાડને ઈંચેજ લોકો મરણસૂચક અને વીલો નામનાં વૃક્ષને વિષાદસૂચક ગણે છે.

દેશી વૈદ્યક શાસ્ત્રમાં જૂદા જૂદા રોગીએ જૂદા જૂદા રંગનાં વસ્ત્ર પહેરવા સંબંધમાં ઘણું કહેલું છે. રાતા રંગનાં વસ્ત્રો વાયુ તથા કપ્પને હરનાર હોવાથી શિયાળામાં, ભગવાં વસ્ત્ર પિત્ત હણનાર હોવાથી ઉનાળામાં, અને ઘોળાં વસ્ત્રો ગરમીના નિવારક તથા સમશીતોષ્ણ હોવાથી વર્ષાઋતુમાં પહેરવાં લાભકારક ગણાય છે. આ રીતે રંગોના તત્ત્વોનું જ્ઞાન આ દેશમાં ઘણા કાળથી રોગનિવૃત્તિમાં તથા દોષોની સમ-અવસ્થા રક્ષવામાં કામે લગાડવામાં આવ્યું છે. તેમજ હાલમાં પાશ્ચાત્ય શોધકોએ પણ વ્યાધિનિવૃત્તિમાં રંગના વિવિધ પ્રયોગો કરી તેમના ગુણ અવગુણનો અનુભવ કર્યો છે; અને વૈદ્યક વિદ્યાની હાલની જાણીતી પદ્ધતિઓમાં રંગથી રોગ મટાડવાની કોમોપેથી નામની એક નવી પદ્ધતિનો ઉમેરો કર્યો છે.



દૂરબીન. *

દાહરો.

ચાર નેત્ર વિદ્વાનનાં, કહે છે જગત તમામ;

દૂરબીન કેડું શું કરે, હજાર આંખો કામ? ૧

કેટલાંક સાધનોવડે આંખની જોવાની શક્તિ વધે છે. તેમાં સાધારણ આંખથી નળળી આંખોની શક્તિ વધારનારું ચશ્માં છે. પરંતુ સારી આંખવાળાને ઘણું દૂરના અને પાસેના ઘણાં જીણાં પદાર્થો જોવાને બની શકે તેટલા માટે દૂરબીન અને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રનો શોધ કરવામાં આવ્યો છે. આ યંત્રોના શોધથી માણસ જાતનાં જ્ઞાનમાં અને સુખમાં એટલો તો વધારો થયો છે કે તેને માટે જે માણસોએ તે શોધી કાઢ્યાં છે તેમને જેટલો ધન્યવાદ આપીએ એટલો ઓછો છે. નળળી આંખવાળાં હજારો માણસોને જે એક યશ્વરી બક્ષીશ જેવાં થઈ પડેલાં ચશ્માંને ઈ. સ. ના ચૌદમા સૈકામાં ઇટાલીના ફ્લોરેન્સ શહેરમાં રહેનાર સાલ્વિનો નામે ગૃહસ્થે શોધી કાઢ્યાં હતાં. દૂરબીનની ઉત્પત્તિના સંબંધમાં એમ કહેવાય છે કે યૂરોપ ખંડમાં હોલંડ નામે દેશમાં મિડલબર્ગ ક્રીને એક શહેર છે તેમાં એક ચશ્મા બનાવનાર રહેતો હતો. તેને એક છોકરો હતો, તે એક દહાડો પોતાના બાપની દુકાનમાં બેસી પોતાના દરેક હાથમાં અંગુઠા અને તેની પાસેની આંગળીની વચ્ચેમાંના કુંડાળામાં અકેક ગોળ કાચ મૂકી, તેમાંથી રમતમાં આવે જોતો હતો. તે બે કાચને કોઈવાર એક એકથી દૂર ખસેડતો અને કોઈવાર પાસે લાવતો. એ રીતે બે કાચમાંથી જોતાં દુકાનની સામેનાં

દેવળનું શિખર ઉંધું પણ ઘણું પાસે અને ઘણું મો'ટું દેખાયું. આ નવી ચમત્કારી વાત તેણે તેના બાપને કહી. બાપને ઘણો અચંબો લાગ્યો. પછી તેના બાપે એ કાચ લઈ આગળ પાછળ સરકે એવી રીતે તેમને એક ચોકઠામાં ગોઠવ્યા. આ રીતે હરળીનનો પહેલો નમુનો થયો. એ વેળા ઇટાલિ દેશના ટસ્કની શહેરમાં ગેલિલીયો નામે મોટો પંડિત રહેતો હતો, જેનું નામ અર્વાચીન ખગોળ વિદ્યામાં ઘણું પ્રખ્યાત છે. તેને આ યુક્તિ નીકળ્યાની બાતમી મળ્યાથી તેણે એ યંત્રને પૂર્ણ અવસ્થામાં લાવવાનો ઠરાવ કરી પોતાનું મન લગાડ્યું. તેણે નળીમાં કાચ બેસાડી પેહેલું હરળીન બનાવ્યું. અને તે વડે આકાશમાં જોતાં અદ્ભુત દેખાવો તેની નજરે પડ્યા. આ હરળીનની મદદથી બૃહસ્પતિતી આસપાસ ચાર ઉપગ્રહ દેખાયા, તથા સૂર્યના ઊંચપર ડાઘા જણાયા. વળી બૂદ્ધે બૂદ્ધે વળતે તે' ડાઘા સૂર્યના ઊંચપર બૂદ્ધે બૂદ્ધે ઠેકાણે દેખાયા તેથી ખાત્રી થઈ કે સૂર્ય પણ પોતાની ધરીપર ફરે છે. તેમજ ચંદ્ર તરફ જોતાં તેના ઊંચપર પર્વતો દેખાયા અને ખીણો જણાઈ અને પેહેલાં ન દેખાયલા એવા કેટલાક તારાઓ એ યંત્રથી દેખાવા લાગ્યા. આ પ્રમાણે આ યંત્રની મદદથી ખગોળ વિદ્યાનો પાયો પશ્ચિમ તરફના દેશોમાં નંખાયો. આ શોધ ઈ. સ. ના ૧૭ મા સૈકામાં થયો, ત્યાર પછી અનેક જાતનાં ના'ના મો'ટા સુધારા હરળીનની બનાવટમાં દાખલ થયા છે, અને હવે તે ઘણીજ સારી અવસ્થામાં આવ્યું છે.

હરળીન વડે હરના પદાર્થો વિદ્વાન પુરુષોના જોવામાં આવ્યાથી ગ્રહો વગેરેની ગતિનો અને તેમના આ પૃથ્વી સાથેના સંબંધનો વિચાર કરવાની તક મળી. ભરતખંડમાં

ઘણા વર્ષોપર ખગોળ અને જ્યોતિષ વિદ્યાના શોધો થયેલા જણાય છે. પરંતુ તે વખતના આ દેશના લોકોએ દૂરબીન જેવા ભારે યંત્રની મદદથી એ જ્ઞાન મેળવ્યું હશે કે કેમ તે કહી શકાતું નથી. પરંતુ તે સંબંધી પુસ્તકોપરથી એટલું જણાય છે કે દૂરબીનના ઘાટ અને તત્ત્વને મળતું એવું કોઈ સાદુ યંત્ર તેઓ વાપરતા હશે.

૩. હર્શલ નામે એક વિદ્વાન થઈ ગયો છે તેણે એક દૂરબીન બનાવ્યું છે. તેમાંથી પદાર્થ અસલ કરતાં છ હજાર ઘણા મોટો દેખાય છે. એ દૂરબીનથી શનિ અને તેનો ઉપગ્રહ વગેરે એટલા તો સ્પષ્ટ દેખાય છે કે નરી આંખે તેવા સ્પષ્ટ જોવા હોય અને એ ગ્રહ જે દિશામાં છે તે દિશામાં જો જઈ શકાતું હોય તો એંશી કરોડ માઈલ દૂર જતું પડે, અને એટલે છેટે જવાને દર કલાકે ૫૦ માઈલ પ્રમાણે ૧૮૦૦ વર્ષ લાગે. ત્યારે દૂરબીન એ આંખને અંતરિક્ષમાં ઘણે દૂર લઈ જનારું એક વાહન છે એમ કહીએ તો તે યોગ્ય ગણાશે. એજ પ્રમાણે નિખર્વ માઈલ દૂરનાં નક્ષત્રો, તારાઓ વગેરે આ યંત્ર વડે જોઈ શકાય છે. આ પ્રમાણે એ યંત્ર મારફત મળેલાં જ્ઞાનથી માણસને અદ્ભુત જ્ઞાનસ્વરૂપ પ્રાપ્ત થયું છે.



*વિદ્યા-કલાનો અદ્ભુત પ્રભાવ.

Across the seas the Sailable vessel flies,
Throughout the land the steadfast chariot plies;
High over the wave the Menai wonder strides,
While man walks dryshod here beneath the tides;
Words speed like thought along the electric rod,
Proud Science is abroad in the semblance of a god.

મનહર છંદ.

શક વિના આગબોટ, ઘોડા વિના આગગાડી,
જળને જમીનપર વેગચકી વિચરે;
ઉદ્ધિ તરંગપર અચંપા અનેક ચાલે,
કોરે પગે જુઓ જન જાય છે પાણી તળે;
વિચારને વેગે સમા-ચાર તાર મ્હાંય જાય,
જુઓ ચમત્કાર સાર અપાર કલા કરે;
વિદ્યાકલાનો ધુમંડ વાધ્યો કેવો વિશ્વમાહી,
દેવતાઇ કામ, દેવી વિદ્યાકલા આદરે. ૧

પશ્ચિમના દેશોમાં વિદ્યા-કલાનું જ્ઞાન પ્રસર્યું તે પહેલાં
તે દેશોના લોકોની સ્થિતિ બહુ વિલક્ષણ હતી. આજની
સ્થિતિના સુખનો અને તે વખતની અધવડોનો વિચાર
કરીએ તો ખે સ્થિતિ વચ્ચે આસમાન અને જમીનનું અંતર
જણાય છે. તે વખતમાં વિદ્યા-કલાના અજ્ઞાનને લીધે ખાવા-
પીવાની, ઓઢવા પહેરવાની અને ભૂદ્દી ભૂદ્દી જાતની મોજ
શોકની વસ્તુઓનો કેવળ અભાવ હતો. એક સ્થળેથી બીજે
સ્થળે જવાને, સંદેશ કહાવવાને, વસ્તુઓ લઈ જવા લાવવાને

* આ વિષય અનેક વિદ્યા મૂળતત્વપરથી લીધો છે.

તે વળતે સુગમ સાધનો નહતાં. એકંદરે તે સ્થિતિ અઘવ-
 ડોથી ભરેલી હોવા સાથે ઘણે દરજ્જે જંગલી જેવી હતી.
 જૂદા જૂદા લોકોમાં કેવી કેવી રીતભાત ચાલે છે, જૂદી
 જૂદી રીતભાતનો શો હેતુ છે વગેરે એક ખીજના જાણવામાં
 આવતું નહતું; અને એક ભાગમાં રહેલા લોકો ખીજ ભા-
 ગમાં શું થાય છે, તે જાણવાની દરકાર પણ કરતા નહતા.
 પરંતુ હાલની તેમની સ્થિતિ કેવળ બદલાઈ ગઈ છે; અને
 તે વિદ્યા-કલાના જ્ઞાનનોજ પરિણામ છે. એ જ્ઞાનના ગળથી
 જૂદાં જૂદાં સુખનાં અને ઉપયોગી સાધનોનો સદભાવ થયો
 છે, એટલુંજ નહિ પણ મોજશોકના પદાર્થોનો વધારો થયો
 છે અને સુધારાનો જળરો પાયો નખાયો છે. પશ્ચિમનાજ
 દેશોને માત્ર આ લાલ થયો છે એમ નથી, પણ સર્વ દેશોને
 એ જ્ઞાનથી લાલ થયો છે એમ કહેવું જોઈએ; કારણ કે સર્વ
 દેશોને થોડે ઘણે દરજ્જે તેનાં સારા ફળ આજવાની તક
 મળે છે. આ જમાનામાં વિદ્યા-કલાના પ્રતાપથી જે ઉત્તમ
 સુખ મળે છે તેનું વર્ણન કરવા કરતાં ઇંગ્રેજીમાં એક વિદ્વાને
 લખ્યું છે તેજ કહીએ. એ કહે છે કે કોઈ પણ માણસ
 પોતાના મન સાથે નીચે પ્રમાણે વિચાર કરે તો તે ગેર-
 વ્યાજબી ગણાશે નહીં:—

‘હું આજે મારા ઘરમાં જે સુખ અને સગવડો લોગવું
 છું તે કેટલાંક વર્ષ પહેલાં મોટા રાજાઓ પણ લોગવવા
 પામતા નહોતા. આ દુનિયામાં ઉપલોગની તથા મોજશોકની
 જે જે વસ્તુઓ જૂદા જૂદા દેશોમાં થાય છે તે મારે માટે
 લઈ આવવા વહાણો દરિયામાં પૂરે છે. ચીન દેશના લોકો
 મારે માટે ચાહના છોડ વાવી તેનાં પાંદડાં તોડીને સૂકવે
 છે. અમેરિકાના લોકો મારે માટે રૂ ઉછેરે છે. ઇટાલિ દેશના

લોકો મારે માટે રેશમના કીડા પાળી રેશમ બનાવે છે. સાક્ષની પ્રાંતના રહેવાસીઓ મારે માટે બકરાનું ઉન કાતરે છે, અને ઇંગ્લંડના લોકો મારે પહેરવા ઓઢવાને માટે જૂદી જૂદી જાતનાં લૂગડાં વણે છે, મારે સાડ ચપ્પુઓ, ઇરા, વાસણો વગેરે ધાતુનો સામાન અને હાંડીઓ, આરસીઓ, વગેરે બિલોરી સામાન બનાવવાના કામમાં હજારો લોકો લાગી રહેલા છે. તેમજ ધાતુઓ જમીનમાંથી કા'ડી તેને સાફ કરવાનું કામ સેંકડો લોકો લઈ બેઠા છે. મારી કમાઈ થોડી છે પણ મારા કાગળો લઈ જવા લાવવાને ટપાલના સિપાઈઓ ચોતરફ દોડે છે. અને તાર મુકનારાઓ દુનિયાના ગમે તે ભાગમાં મારે સંદેશો પહોંચાડવાને તૈયાર બેઠેલા છે. શિયાળામાં મારે તાપવાને કોલસા ભેંધએ, તે માટે મો'ટી મો'ટી ઊંડી ખાણો ઉઘાડવામાં આવી છે. દુનિયાપરના જૂદા જૂદા દેશો ભેવા જવાને મારે સાડ આગગાડીઓ અને સ્ટીમરો તૈયાર છે. એ ઉપરાંત સુખ લોગવવામાં મને હરકત ન પડે અને ઇબ્બ ન થાય તેટલા માટે કેટલુંક લશ્કર તથા કેટલાંક લડાઈના વહાણો રખવાળી કરે છે. તેમજ મારા સંબંધમાં આવનાર અને ન આવનાર લોકોમાં ચાલતી જાણવાબેગ બાબતોની અને દુનિયામાં બનતા ચમત્કારો તથા સારા માઠા બનાવોની ઉપરા આપરી બબરો મને આપવાને વર્તમાનપત્ર ચલાવનારાઓ દરરોજ વર્તમાનપત્રો છાપી મારાપર મોકલે છે. વળી પ્રતિદિવસ બહાર પડતાં નવાં પુસ્તકો અને પ્રસિદ્ધ થયેલાં પુસ્તકો તો વિલક્ષણ અને અદ્ભુત જ્ઞાન આપવા માટે તૈયાર છે. તેઓવડે મરજીમાં આવે તે દેશ અને કાળમાં હું ભેંઈ શકું છું ટુંકામાં એક ચક્રવર્તી રાજા જે સુખ લોગવે તે સુખ હું લોગવું છું?"

ઉપરનું વર્ણન અક્ષરે અક્ષર ખરું છે. આ જમનાનાં માણસને મળતા દરેકે દરેક સુખનું જો વર્ણન કરવા બેસીએ તો પાર આવે નહિ; તેથી ટુંકાણમાં ઉપસું વર્ણન કર્યું છે. ઇશ્વર કૃપાથી વિદ્યા-કલાનું જે જ્ઞાન માણસને મળ્યું છે, તેથી તેની શક્તિ એવી અદ્ભુત રીતે ખીલી છે કે દરેક માણસ જાણે મોઁટો રાજા હોય એવાં સાધનો તેને મળી શકે છે.



૩ મેજ શબ્દો સહિત કહિન શબ્દોના અર્થો.

અન્નનળી-Alimentary Canal.	કૂચા-Cartilage.
મ્હોરામાંથી લે નળીવાટે ખાધેલું પેટમાં જાય છે તે.	કેશવાહિનીઓ-Capillaries-ઝીણી ઝીણી લોહીની વાહિનીઓ.
અપારદર્શક-લેની. આરપાર જોઈ શકાય નહિ એવા.	કંપ-હાલવું તે.
અભેદ-ન ભેદી શકાય એવું. Impregnable.	ગાંઠો-Glands.
અવકાશો-ખાલી જગાઓ.	ગુરુત્વાકર્ષણ-Force of Gravitation-પૃથ્વીની આકર્ષણ કરવાની શક્તિ.
*અવાહક-Non-conductor.	ઘનપદાર્થ-Solid-નક્કર વસ્તુ.
અસંયુક્ત-Unmixed-એકત્ર થયેલા નહિ એવા.	ઘર્ષણ-Friction-એકનું બીજ સાથે ઘસાવું.
આકર્ષણ-Attraction-પોતાની તરફ ખેંચવું તે.	જ્વાળાગ્રાહી-Combustible-સળગી ઉઠે તેવું.
આન્દોલન-Vibration-આમ તેમ હાલવારૂપ ગતિ.	જૂઝાસા-નરું નરું જાણવાની ઘઘઘા.
આર્દ્રત્વવા-Mucous Membrane શરીરના અંદરના ભાગની ચામડી, જે હમેશાં લીની અને કુમળી જ રહે છે.	ટોચ-Apex.
ઉપકરણ-Apparatus-વિદ્યાકલાના નિયમો સમજવા સમજવવા માટે તથા પ્રયોગો કરવા માટે વપરાતી સર્વ વસ્તુઓ.	તરંગ-મોલું (પાણીનું.)
ઉષ્ણતા-ગરમી.	દ્રવ્ય-Material-વસ્તુ.
ઔદિક-આ દુનિયાપરનું.	ધમની-Artery.
	નાવિક-વહાણ ચલાવનાર.
	નિજ-પોતાના.
	ન્યૂનાધિકતા-ઓછુંવર્તુ.
	પટને-પંડદાને.
	પંરા કરી-ખસેડી.
	પુનર્વર્તન-પાછું ફેરવવું.
	પ્રકાશ-અજવાળું.

* આ અને એવા બીજા શબ્દોનું પુસ્તકમાં વિવેચન કરવામાં આવેલું હોવાથી અત્ર માત્ર ૩ મેજ અર્થોજ આપ્યા છે.

પ્રતિરોધ-સામું બળ.
 પ્રતિબિંબન-ફર હાંટવું.
 પ્રમોદહિસુ-આનંદ વગરનું. [શકે તેવું
 પ્રવાહી-Liquid-જળની માફક વહી
 પારદર્શક-Transparent-આરપાર
 પ્રાન્ત-છેડો. [જેમ શકાય એવું.
 પૃથક્કરણ-Analysis-છૂટ પાડવું.
 પ્લીહા-Spleen-તફી.
 મધ્યત્યાગી-Centripetal.
 મધ્યબિંદુ-Centre.
 માર્ગસ્થ-રસ્તામાં આવેલું.
 મોદ-આનંદ.
 યકૃત-Liver-કલેલું.
 રસાયનાકર્ષણ-(Chemical Affini-
 ty-જે શક્તિથી બૃહા બૃહા પ-
 દાર્થોના આબુઓ એકત્ર થઈ નવો
 સયોગી પદાર્થ બને છે તે.
 રહસ્ય-Secret.
 હૃદય-Heart-રૂધિરકોશ.
 વક્રીભવન-Refracton-સીધી લી-
 ણીથી જરા અડો માર્ગ લેવો તે.
 વ્યતિકર-બનાવ.
 વર્તુલ-Circle.
 વાગ્દન્વુઓ-Vocal Cords.
 વાતાવરણ-પૃથ્વીને આરે બાબુ ઘેરી
 રહેલો હવાનો સમૂહ.
 વાણીસ્થાન-કંઠ અથવા ગળાની અં-
 દરના તથા મોઢાની અંદરના
 ભાગો જે વડે બોલાય છે તે.
 વાયુવક્રશાસ્ત્ર-Metereology.

વાયુરૂપ પદાર્થ-Gas.
 વાયુશોષક ચંત્ર-Air-pump-કોઈ
 પણ વસ્તુમાંથી વાયુ શોષી લેવા
 માટે બનાવેલું ચંત્ર.
 વાળંદ-હનન.
 વાહક-Conductor.
 વિદ્યુજ્જનક ચંત્ર-Electrophorus
 જે વડે વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે તે.
 વિદ્યુતશાસ્ત્રી-વિજળીના નિયમોનું
 જ્ઞાન ધરાવનાર.
 વિશ્લેષક-Insulator-એક પદાર્થ-
 માંથી બીજા પદાર્થમાં નિ-
 વહી જતી અટકાવ-
 પદાર્થ, જેવો કે કા-
 થાસ પ્રથાસ-Respiration-થાસ
 અથવા દમ અંદર લેવાની અને
 બહાર કહાડવાની ક્રિયા.
 શારીરિક ઉષ્ણતા-Animal Heat-
 શરીરમાં રહેલી ગરમી.
 શિરાઓ-Veins-નાડીઓ.
 શિલ્પી-Architect-મકાનો વગેરે
 બાંધવાની વિદ્યા જાણનાર.
 શ્વેતપૂરકરંગ-Complimentary-
 સતેજ-જાત. [Colour.
 સ્તંભ-Column.
 સ્થાન-ડેકાણુ.
 સ્નાયુ-Muscle.
 સમતલ-Level-સમપૃષ્ઠ.
 સમતોલ-જે બાબુએ સરખાં રહેનાર,
 એક તરફ ઢળી ન પડે તે.

સમય-વખત.

સમાંતર-Parallel.

સ્વભાવ સત્તા-Nature-કુદરત.

સૂક્ષ્મદર્શક ચંત્ર-Microscope-ઝી-

ણામાં ઝીણી વસ્તુઓ ને સાદી

આંખે જોઈ શકાતી નથી તે જોવા

માટે બનાવેલું ચંત્ર.

સંબંધાકર્ષણ-Cohesion-જે બલવડે

પદાર્થોના આણુઓ એકઠા રહે છે તે.

સંયોગીકરણ-Synthesis-જૂદા જૂદા
દા પદાર્થોને એકત્ર કરવા તે.

સંયોગી પદાર્થ-Compound-જૂદા
જૂદા શુદ્ધ પદાર્થોના સંયોગથી
બનેલો પદાર્થ.

સંસર્ગ-સહવાસ-સોબત.

ક્ષિતિજ-Horizon-દૃષ્ટિ મર્યાદા.

જ્ઞાનતંતુ-Nerve.

જ્ઞાનવાહિની-Nerve.

શ્રીશ્રેયઃસાધક અધિકારિવર્ગદ્વારા પ્રકટ થયેલા ગ્રંથો.

૧	શ્રીનૃસિંહવાણીવિલાસ પ્રથમ પુસ્તક.	૩.	૦-૮-૦
૨	શ્રીનૃસિંહવાણીવિલાસ દ્વિતીય પુસ્તક.... ..	૩.	૧-૦-૦
૩	શ્રીનૃસિંહવાણીવિલાસ તૃતીય પુસ્તક.... ..	૩.	૦-૬-૦
૪	શ્રીભામિનીભૂપણાંતર્ગત પદ્યસંગ્રહ.	૩.	૦-૬-૦
૫	શ્રીભા. ભૂ. પદ્યસંગ્રહ તથા શ્રીનૂ. વા. વિ. તૃતીય પુસ્તક (એકઠું)	૩.	૦-૧૨-૦
૬	શ્રીસુરેશચરિત્ર (પૂર્વાર્ધ)	૩.	૧-૮-૦
૭	શ્રીસિદ્ધાન્તસિન્ધુ (પ્રથમરત્ન.)... ..	૩.	૧-૮-૦
૮	શ્રીભામિનીભૂપણુ પ્રથમાલંકાર.	૩.	૦-૧૨-૦
૯	શ્રીભામિનીભૂપણુ દ્વિતીયાલંકાર.... ..	૩.	૧-૦-૦
૧૦	શ્રીભામિનીભૂપણુ તૃતીયાલંકાર.	૩.	૧-૦-૦
૧૧	શ્રીભામિનીભૂપણુ ચતુર્થાલંકાર.	૩.	૧-૦-૦
૧૨	શ્રીભામિનીભૂપણુ પંચમાલંકાર.	૩.	૧-૪-૦
૧૩	શ્રીસદ્ભાષ્યપારિજાતક પ્રથમ પદ્યવ.	૩.	૦-૮-૦
૧૪	સન્મિત્રનું મિત્રપ્રતિ પત્ર.... ..	૩.	૦-૬-૦
૧૫	શ્રીપંચવરદદૃષ્ટાન્ત,	૩.	૦-૧૨-૦
૧૬	શ્રીત્રિભુવનવિજયી ખર્જૂ પૂર્વાર્ધ	૩.	૧-૪-૦
૧૭	શ્રીસતીસુવર્ણા (પૂર્વવિભાગ)	૩.	૦-૫-૦
૧૮	શ્રીસુધાસ્ત્રોતરિવળી (પ્રથમ કલ્લોલ)... ..	૩.	૦-૫-૦
૧૯	વિદ્યાર્થીનો સાચો મિત્ર.	૩.	૦-૫-૦
૨૦	બંધકોશ અને તે ટાળવાના સહેલા ઉપાયો....	૩.	૦-૧-૦
૨૧	સુખાર્થ સદુપદેશ	૩.	૦-૧-૦
૨૨	સદુપદેશશ્રેણી-પ્રથમોપદેશ	૩.	૦-૧-૦
૨૩	” ” દ્વિતીયોપદેશ	૩.	૦-૨-૬
૨૪	” ” તૃતીયો ”	૩.	૦-૬-૦
૨૫	” ” ચતુર્થો ”	૩.	૦-૮-૦
૨૬	શ્રીપાતંજલયોગસૂત્ર ભાષાંતર	૩.	૨-૦-૦

શ્રી મહાકાલનાં પ્રકટ થયેલાં બાર વર્ષના બાર રૂપો ૨૪-૦-૦

પ્રત્યેકનું મૂલ્ય રૂ. ૨-૦-૦

વડોદરા-વ્યવસ્થાપક, મહાકાલ જોગીદાસ વિકુલની પોલ.

સુ'અઈ-રા. રા. મોતીરામ મંછારામ માસ્તર, બારભાયાની ચાલી,
પાંજરાપોલ પાસે.

